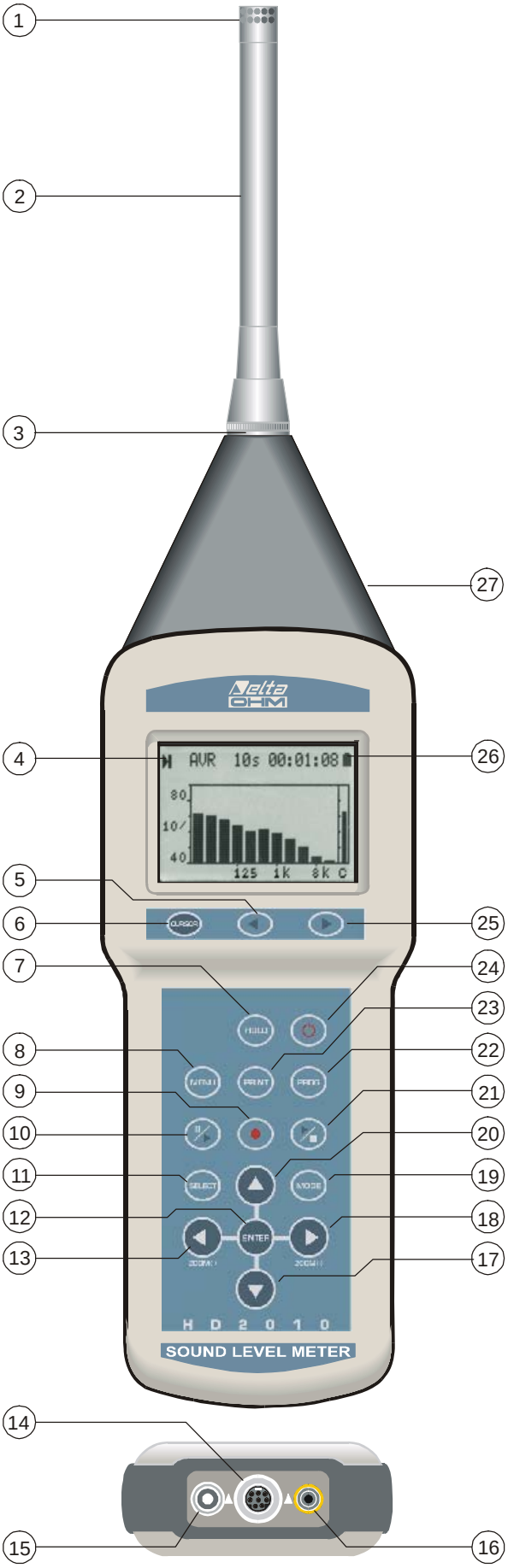
REV. 4.0
22 Set. 2011

HD2010UC/A

Fonometro Integratore
Analizzatore di Spettro

ITALIANO

Il livello qualitativo dei nostri strumenti è il risultato di una continua evoluzione del prodotto. Ciò può portare a delle differenze fra quanto scritto in questo manuale e lo strumento che avete acquistato. Non possiamo del tutto escludere errori nel manuale, ce ne scusiamo.
I dati, le figure e le descrizioni contenuti in questo manuale non possono essere fatti valere giuridicamente. Ci riserviamo il diritto di apportare modifiche e correzioni senza preavviso.


1
2
3
27
4
26
5
6
25
7
24
23
8
22
9
21
10
20
11
19
12
18
13
17
14
15
16
AVR 10s 00:01:08
80
10
40
125 1k 8k C
ENTER
HD2010
SOUND LEVEL METER

1. Microfono.
2. Preamplificatore.
3. Connettore per il preamplificatore o il cavo prolunga.
4. Simbolo indicante lo stato di acquisizione: RUN, STOP, PAUSE, REGISTRAZIONE oppure HOLD.
5. Tasto **LEFT** del tastierino: in modalità grafica sposta il cursore selezionato verso valori minori.
6. Tasto **CURSOR** del tastierino: in modalità grafica consente di selezionare uno dei due cursori oppure entrambi.
7. Tasto **HOLD**: blocca temporaneamente l'aggiornamento del display.
8. Tasto **MENU**: attiva i vari menu di configurazione dello strumento.
9. Tasto **REC** (registrazione): in combinazione con START/STOP/RESET attiva la registrazione dei dati in memoria. Se viene premuto per almeno 2 secondi è possibile salvare in memoria quanto visualizzato come singolo record oppure attivare la modalità di memorizzazione automatica Auto-Store.
10. Tasto **PAUSE/CONTINUE**: mette in pausa le misure integrate. Dalla modalità PAUSE, le misure integrate possono riprendere alla pressione dello stesso tasto. In modalità PAUSE le misure vengono azzerate alla pressione del tasto START/STOP/RESET.
11. Tasto **SELECT**: attiva la modalità di modifica dei parametri visualizzati selezionandoli in sequenza.
12. Tasto **ENTER**. conferma l'inserimento di un dato o la modifica di un parametro.
13. Tasto **LEFT**: in menu, viene utilizzato nell'editing di parametri con attributo. In modalità grafica comprime la scala verticale.
14. Connettore tipo M12 per porta seriale multi-standard: RS232C ed USB.
15. Connettore alimentazione ausiliaria esterna.
16. Connettore per l'uscita DC (presa jack ∅ 2.5 mm).
17. Tasto **DOWN**: in menu seleziona la riga seguente oppure decrementa il parametro selezionato. In modalità grafica aumenta i livelli di inizio e fine della scala verticale; il grafico risulta in questo modo spostato verso il basso.
18. Tasto **RIGHT**: in menu, viene utilizzato nell'editing di parametri con attributo. In modalità grafica espande la scala verticale.
19. Tasto **MODE**: seleziona in sequenza circolare le diverse modalità di visualizzazione dello strumento passando dalla visualizzazione di 3 canali in forma numerica, al profilo, all'analisi spettrale per bande d'ottava, a quella per terzi d'ottava (opzione "Terzi d'ottava"), alle schermate statistiche.
20. Tasto **UP**: in menu seleziona la riga precedente oppure incrementa il parametro selezionato. In modalità grafica diminuisce i livelli di inizio e fine della scala verticale; il grafico risulta in questo modo spostato verso l'alto.
21. Tasto **START/STOP/RESET**: premendolo in modalità STOP, avvia l'esecuzione delle misure (modalità RUN). In modalità RUN, termina l'esecuzione delle misure. Premendolo in modalità PAUSE, azzera i valori delle misure integrate come Leq, SEL, livelli MAX/MIN, ecc.
22. Tasto **PROG**: attiva la modalità di selezione dei programmi.
23. Tasto **PRINT**: invia alla porta seriale quanto visualizzato sul display al momento della pressione del tasto. Tenendolo premuto per più di 3 secondi, abilita la stampa in continua (Monitor) che può essere fermata con un'ulteriore pressione del tasto.
24. Tasto **ON/OFF**: comanda l'accensione e lo spegnimento dello strumento.
25. Tasto **RIGHT** del tastierino: in modalità grafica sposta il cursore selezionato verso valori maggiori.
26. Simbolo di batteria: indica il livello di carica delle batterie. La scarica delle batterie è visualizzata come un progressivo "svuotamento" del simbolo.
27. Connettore per l'uscita LINE non ponderata (presa jack ∅ 3.5mm).

FUNZIONE DEI CONNETTORI

Lo strumento è provvisto di cinque connettori: uno frontale, uno laterale e tre alla base. Con riferimento alla figura di pag.2 vi sono:

n. 3 - Connettore ad 8 poli DIN per il preamplificatore o il cavo prolunga. Il connettore, posto nella parte anteriore dello strumento, ha una tacca di posizionamento ed una ghiera a vite che assicurano un adeguato fissaggio.

n.14 - Connettore tipo M12 per porta seriale multi-standard RS232C ed USB. Per la connessione ad una porta COM (RS232) di un PC è necessario utilizzare il cavo seriale null-modem dedicato (codice HD2110RS), dotato di un connettore a vaschetta da 9 poli. In alternativa è possibile collegare il fonometro alla porta USB di un PC utilizzando il cavo dedicato (codice HD2110USB), dotato di connettore USB tipo A.

n.15 - Connettore maschio per l'alimentazione esterna (presa ∅ 5.5mm). Richiede un alimentatore in corrente continua di 9…12Vdc/300mA. Il positivo dell'alimentazione va fornito al pin centrale.

n.16 - Presa tipo jack (∅ 2.5 mm) per l'uscita analogica (DC) ponderata A con costante di tempo FAST, aggiornata 8 volte al secondo.

n.27 - Presa tipo jack (∅ 3.5 mm) per l'uscita analogica (LINE) non ponderata posta sul lato destro nel particolare conico.

INTRODUZIONE

L'HD2010UC/A è un fonometro integratore portatile in grado di effettuare analisi spettrali e statistiche. Lo strumento è stato progettato coniugando la massima flessibilità di utilizzo con la economicità e semplicità di uso. Attenzione è stata dedicata alla possibilità di adattare lo strumento all'evoluzione della normativa in materia di rumore ed alla necessità di soddisfare le esigenze odierne e future dei suoi utilizzatori. E' possibile integrare in qualunque momento il fonometro con opzioni in grado di estenderne le applicazioni; il firmware è aggiornabile direttamente dall'utente utilizzando il programma NoiseStudio fornito in dotazione.
L'HD2010UC/A soddisfa le specifiche della norma IEC 61672-1 del 2002 e delle norme IEC 60651 ed IEC 60804 con tolleranze di classe 2 o di classe 1. I filtri a banda percentuale costante sono conformi alle specifiche di classe 1 della norma IEC 61260.
L'HD2010UC/A è un fonometro integratore ed analizzatore adatto alle seguenti applicazioni:

- valutazioni e monitoraggio del rumore ambientale,
- analisi spettrali per bande d'ottava da 31.5Hz ad 8kHz,
- opzionalmente analisi spettrali per bande di terzo d'ottava da 25Hz a 12.5kHz,
- analisi statistica con calcolo dei livelli percentili da L_1 ad L_{99},
- identificazione ed analisi di eventi sonori,
- misure in ambiente di lavoro,
- selezione dei dispositivi di protezione individuale (metodi SNR, HML ed OBM),
- insonorizzazioni e bonifiche acustiche,
- controllo qualità della produzione,
- misura del rumore di macchine,
- opzionalmente acustica architettonica.

Con il fonometro HD2010UC/A è possibile acquisire il profilo temporale del rumore con la più completa libertà di scelta delle ponderazioni temporali o di frequenza. Il fonometro memorizza automaticamente l'analisi a più parametri del livello sonoro come un registratore, con una capacità di memorizzazione di oltre 23 ore alla massima risoluzione temporale. Per i monitoraggi a lungo termine del livello sonoro è possibile memorizzare, ad intervalli da 1 secondo fino ad 1 ora, 5 parametri programmabili assieme allo spettro medio ed alla statistica completa: l'HD2010UC/A con l'opzione "Espansione di memoria" (raddoppia la capacità standard) può memorizzare l'analisi multi-parametrica e statistica del livello sonoro ad intervalli di 1 minuto per più di 10 giorni.

Per particolari esigenze è possibile aumentare ulteriormente la capacità di memorizzazione dell'analizzatore HD2010UC/A utilizzando l'interfaccia per memory card HD2010MC. Questo dispositivo viene proposto completo di scheda di memoria tipo SD da 1 GB.
L'HD2010UC/A è dotato di una versatile funzione di trigger per la cattura di eventi sonori, con la possibilità di filtrare falsi eventi richiedendo che la variazione del livello sonoro abbia una certa durata. In corrispondenza di ciascun evento è possibile memorizzare 5 parametri integrati dedicati, gli spettri medi, per banda d'ottava o di terzo d'ottava, e la distribuzione di probabilità dei livelli sonori campionati durante l'evento. La memorizzazione dei parametri d'evento non esclude la registrazione normale e ad intervalli. La funzione di trigger d'evento è attivabile anche mediante pressione di un tasto.

Le funzioni avanzate dell'analizzatore HD2010UC/A permettono l'acquisizione del profilo a più parametri del livello sonoro contemporaneamente a sequenze di rapporti con parametri dedicati, spettri medi ed analisi statistica completa. Inoltre, durante la registrazione, la funzione di trigger è in grado di identificare eventi sonori e di memorizzarne l'analisi con 5 parametri a scelta, spettro medio ed analisi statistica, integrati per la durata dell'evento.
Durante il data logging sono disponibili fino a 9 marker diversi per memorizzare il verificarsi di particolari situazioni da considerare in fase di analisi dei tracciati.
Un timer permette di programmare la partenza ritardata dell'acquisizione.

Le varie registrazioni possono essere successivamente localizzate in memoria e visualizzate sul display grafico con una funzione "Replay" che riproduce l'andamento temporale del tracciato sonoro. L'alta velocità dell'interfaccia USB, combinata con la flessibilità dell'interfaccia RS232, permettono di effettuare trasferimenti rapidi di dati dal fonometro alla memoria di massa di un PC ma anche di controllare un modem o una stampante. Ad esempio, nel caso la memoria in dotazione non sia sufficiente, quindi nel caso di registrazioni prolungate nel tempo, è possibile attivare la funzione "Monitor". Questa funzione consente di trasmettere i dati visualizzati attraverso l'interfaccia seriale, registrandoli direttamente nella memoria del PC.

L'HD2010UC/A può essere completamente controllato da un PC attraverso l'interfaccia seriale multi-standard (RS232 ed USB), utilizzando un apposito protocollo di comunicazione. Tramite l'interfaccia RS232 è possibile collegare il fonometro HD2010UC/A ad un PC anche mediante modem.

Simultaneamente all'acquisizione dei profili a larga banda del livello sonoro, viene eseguita l'analisi spettrale, in tempo reale, per bande d'ottava e, con opzione, di terzi d'ottava. Il fonometro calcola lo spettro del segnale sonoro 2 volte al secondo e lo integra linearmente fino a 99 ore. Lo spettro medio, oppure il profilo multispettro a partire da 1s viene visualizzato assieme ad un livello a larga banda ponderato A, C oppure Z permettendo un rapido confronto dello spettro con il livello a larga banda. Inoltre lo spettro può essere visualizzato sia come spettro non ponderato che come spettro ponderato A oppure C, per una rapida valutazione di udibilità delle diverse componenti spettrali.

Come analizzatore statistico l'HD2010UC/A campiona il segnale sonoro, con ponderazione di frequenza A e costante FAST, 8 volte al secondo e lo analizza in classi da 0.5dB. L'analisi statistica viene visualizzata in forma grafica con la distribuzione di probabilità del livello sonoro ed il grafico dei livelli percentili da L_1 ad L_{99}.

L'uscita LINE non ponderata consente di registrare, per successive analisi, il rumore su nastro o direttamente in un PC dotato di scheda di acquisizione.

La calibrazione può essere effettuata sia utilizzando un calibratore acustico (classe 1 o 2 secondo IEC 60942) che il generatore di riferimento incorporato. La calibrazione elettrica sfrutta uno speciale preamplificatore e verifica la sensibilità del canale di misura incluso il microfono. Un'area protetta nella memoria permanente, riservata alla calibrazione di fabbrica, viene utilizzata come riferimento nelle calibrazioni dell'utente, permettendo di tenere sotto controllo le derive strumentali ed impedendo di "scalibrare" lo strumento.
L'utente può verificare sul campo la funzionalità del fonometro, grazie ad un programma diagnostico.

Il fonometro HD2010UC/A è in grado di eseguire tutte le misure richieste dalla legislazione in merito alla protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione al rumore (Decreto Legislativo N.81 del 2008, norma UNI 9432 del 2011 e ISO 9612 del 2011). La selezione del dispositivo di protezione individuale si può effettuare, in conformità alla norma UNI EN 458, sia con l'analisi spettrale per banda d'ottava (metodo OBM) che mediante confronto dei livelli equivalenti ponderati A e C misurabili simultaneamente (metodo SNR). Nell'eventualità che un evento sonoro indesiderato produca un'indicazione di sovraccarico, o che semplicemente alteri il risultato di una integrazione, è sempre possibile escluderne il contributo utilizzando la versatile funzione di cancellazione dei dati. L'impulsività di una sorgente viene valutata facilmente, secondo il criterio indicato dalla UNI 9432, misurando il livello equivalente ponderato A con costante di tempo Impulse.

L'identificazione ed analisi di sorgenti di rumore ciclico, fluttuante o impulsivo è semplice grazie alle potenti funzioni di memorizzazione dell'analizzatore HD2010UC/A, che permette, con l'utilizzo di un unico setup di misura, di affrontare la maggior parte delle situazioni incontrate in ambiente di lavoro. L'abbinamento delle potenti funzioni di misura e memorizzazione del fonometro HD2010UC/A e delle capacità di analisi del modulo software "Protezione Lavoratori", disponi-

bile per il programma Noise Studio, fornito in dotazione a tutti i fonometri Delta Ohm, permette una rapida ed efficiente gestione delle misure di rumore per la valutazione della sicurezza in ambiente di lavoro (Decreto n. 81/2008).

Il fonometro HD2010UC/A è adatto ad effettuare monitoraggi del livello sonoro, mappature acustiche e valutazioni di clima acustico con funzioni di cattura ed analisi di eventi sonori. Nella valutazione del rumore in ambiente aeroportuale, oppure del rumore ferroviario e stradale, il fonometro può essere utilizzato come registratore degli eventi sonori a più parametri, associando le caratteristiche di analizzatore di spettro (opzione "Terzi d'ottava" da 25Hz a 12.5kHz) e statistico. Calibrazioni elettriche e test diagnostici possono essere effettuati a distanza, utilizzando le funzioni di controllo remoto.

Il fonometro HD2010UC/A con l'opzione "Tempo di Riverbero" è in grado di effettuare tutti i rilievi previsti dalla normativa inerente la valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici. Il potente DSP del fonometro calcola 32 spettri al secondo permettendo la misura di tempi di riverbero, in conformità alla norma UNI EN ISO 3382, sia con il metodo dell'interruzione della sorgente sonora che con la tecnica della sorgente impulsiva. L'HD2010UC/A analizza i profili di decadimento del livello sonoro con il metodo dei minimi quadrati, simultaneamente sia per bande d'ottava da 125Hz a 4kHz che, opzionalmente, di terzo d'ottava da 100Hz a 5kHz, in conformità con le metodologie di controllo, tecnico-progettuale e di precisione definite dalle UNI EN ISO 3382-1 del 2009 e 3382-2 del 2008.

L'HD2010UC/A è configurabile secondo le esigenze: le diverse opzioni sono attivabili, oltre che sullo strumento nuovo, anche in seguito, quando le esigenze di utilizzo lo richiederanno. Le opzioni disponibili sono le seguenti:

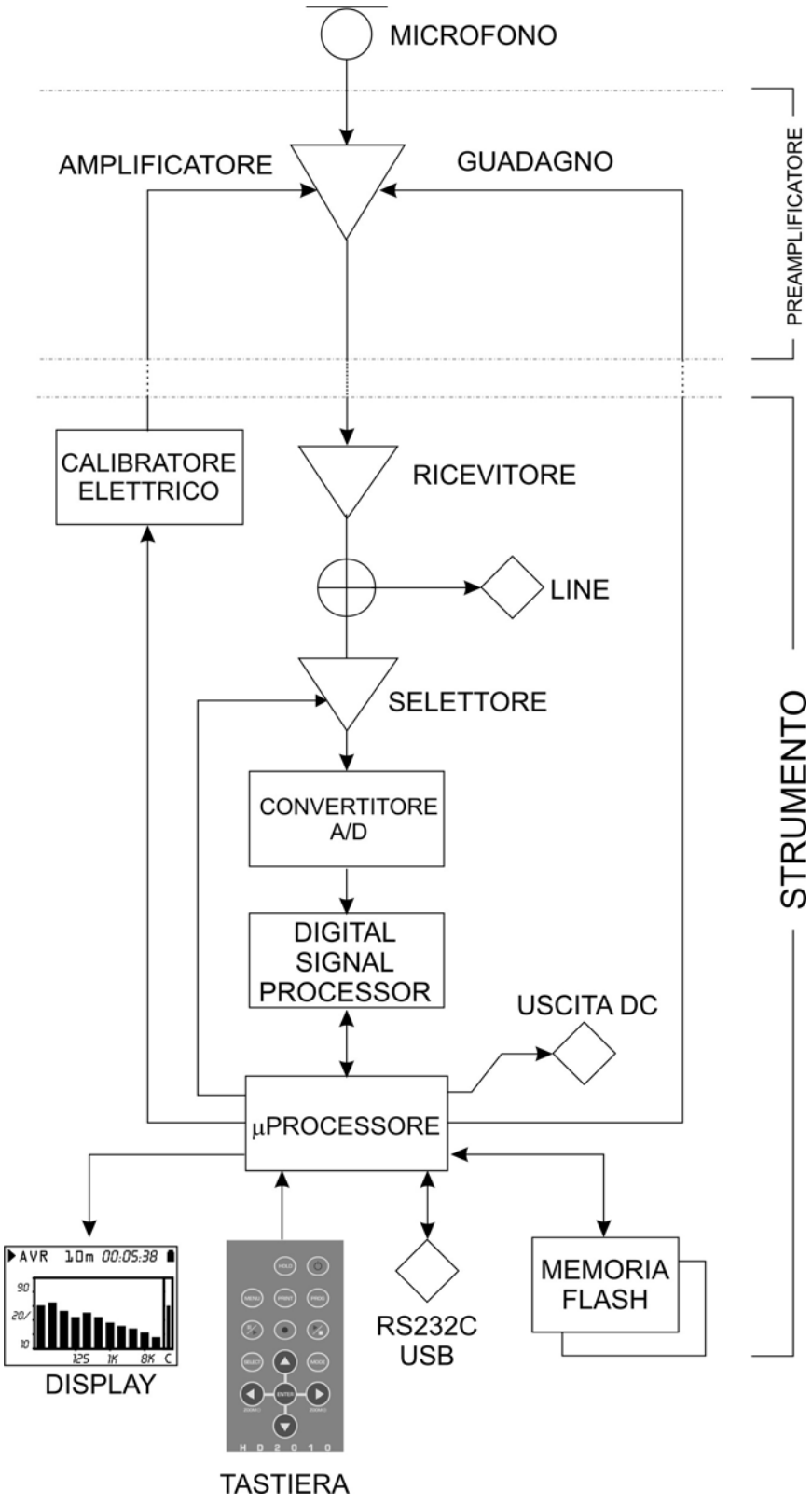
- ***Opzione "Terzi d'ottava"***

  Aggiunge un banco parallelo di filtri di terzo d'ottava da 25 Hz a 12.5 kHz in classe 1 secondo la IEC 61260. Il banco di filtri opera in parallelo a tutte le altre misure. L'udibilità delle diverse componenti dello spettro è valutabile applicando le ponderazioni A o C ed utilizzando la funzione di calcolo delle curve isofoniche di cui è dotato il programma di interfaccia NoiseStudio, fornito in dotazione.

- ***Opzione "Tempo di Riverbero"***

  Con questa opzione l'HD2010UC/A è in grado di effettuare misure del tempo di riverbero sia con la tecnica della interruzione della sorgente sonora che con la tecnica della sorgente impulsiva secondo le prescrizioni della norma UNI EN ISO 3382-2 del 2008. La misura viene effettuata contemporaneamente per banda d'ottava da 125 Hz ad 8 kHz e opzionalmente per banda di terzo d'ottava da 100 Hz a 10 kHz. L'intervallo di campionamento è pari ad 1/32 s ed il calcolo dei tempi di riverbero EDT, T10, T20 e T30 viene effettuato automaticamente per tutte le bande.

SCHEMA A BLOCCHI DELL'HD2010UC/A



Nello schema a blocchi sono rappresentati gli elementi fondamentali del fonometro HD2010UC/A.

IL MICROFONO

Il microfono UC52 è del tipo a condensatore, pre-polarizzato e di diametro standard pari a ½". La risposta in frequenza, ottimizzata per il campo libero, risulta piatta da 20Hz a 16kHz nelle versioni utilizzate sui fonometri HD2010UC/A di classe 1 (U52/1). Le capsule utilizzate per i fonometri di classe 2 hanno una risposta in frequenza piatta da 25Hz a 10kHz.

PROTEZIONE MICROFONICA PER ESTERNI HD WME

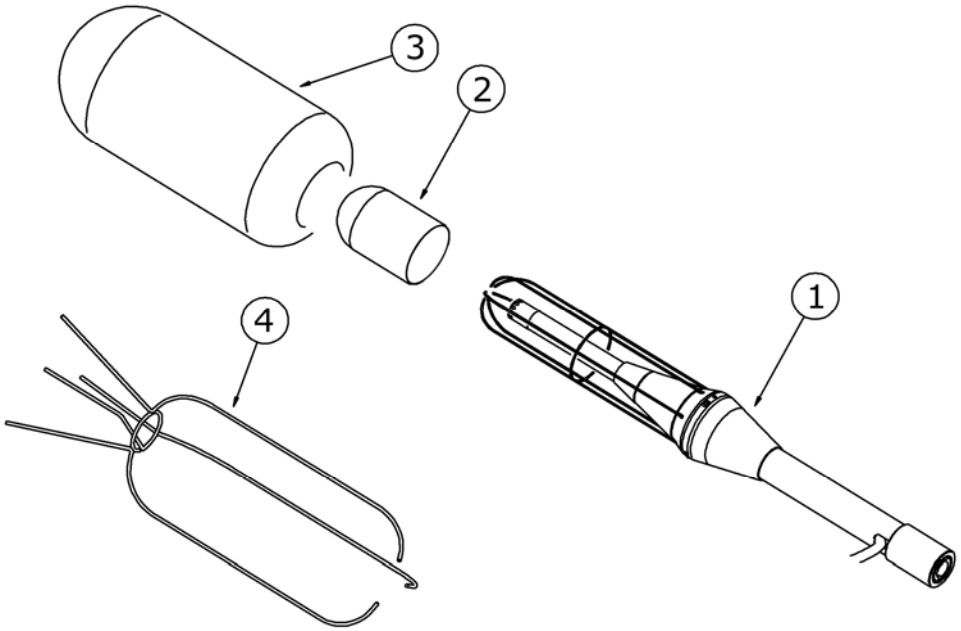
L'unità microfonica HD WME è adatta a rilievi prolungati nel tempo in ambiente esterno, anche in postazione fissa non presidiata. L'unità è adeguatamente protetta dalla pioggia e dal vento ed il preamplificatore riscaldato fornisce stabilità dei parametri acustici nel tempo e permette di effettuare rilievi in un ampio intervallo di condizioni ambientali.

Il preamplificatore dei fonometri Delta Ohm, abbinato all'unità microfonica per esterni, è dotato di un circuito per la calibrazione elettrica della catena preamplificatore - capsula microfonica, che utilizza una tecnica a ripartizione di carica.

L'unità microfonica HD WME deve essere sempre posizionata in verticale per permettere alla protezione anti-pioggia di svolgere la sua funzione e può essere utilizzata sia per rilevare il rumore aereo che quello proveniente dal suolo. I fonometri Delta Ohm apportano correzioni spettrali alle misure in modo da garantire tolleranze di classe 1 o 2 secondo la IEC61672 in ogni situazione.

La facilità di smontaggio e rimontaggio dell'unità consente di effettuare la verifica periodica delle caratteristiche elettroacustiche allo stesso modo di un normale microfono di misura, utilizzando un calibratore standard per microfoni da ½".

L'unità è composta da un corpo centrale e dalle seguenti parti:



- **HD SAV3**: schermo antivento (3)
- **HD WME1**: dissuasore per volatili (4)
- **HD WME2**: protezione per la pioggia (2)
- **HD WME3**: supporto in acciaio inox (1)
- **Capsula microfonica** con risposta in frequenza ottimizzata per "campo libero":
- **Preamplificatore microfonico**:
  - HD2010PNE2W: preamplificatore riscaldato per microfono UC52 con calibratore CTC e driver per cavo fino a 10m.
- **Cavo di connessione** da 5m (10m su richiesta).

Per maggiori dettagli sull'uso dell'unità per esterni, si vedano i capitoli dedicati alla calibrazione a pag.51 e al suo montaggio e smontaggio in appendice a pag.147.

IL PREAMPLIFICATORE

Il preamplificatore svolge il compito di amplificare il debole segnale fornito dal microfono. Il preamplificatore ha un guadagno selezionabile tra 0 e 20dB ed è dotato di un dispositivo che consente la calibrazione di tutta la catena di amplificazione, incluso il microfono, mediante uno schema a ripartizione di carica descritto in dettaglio a pag.52.

Lo stadio d'uscita consente di trasmettere il segnale microfonico su cavo fino ad una distanza di 10m. Il preamplificatore dell'HD2010UC/A con il microfono UC52 può misurare rumori fino a 140dB con una risposta in frequenza piatta fino a 40 kHz.
Sono disponibili i seguenti preamplificatori:

- **HD2010PNE2**: con attacco per il microfono da ½" UC52 e driver per cavo fino a 10m. Questo preamplificatore, dotato del dispositivo CTC per la calibrazione elettrica, può essere direttamente inserito nel fonometro HD2010UC/A oppure collegato mediante cavo prolunga fino a 10m.
- **HD2010PNE2W**: preamplificatore riscaldato con attacco per il microfono da ½" UC52 e driver per cavo. Questo preamplificatore, dotato del dispositivo CTC per la calibrazione elettrica, può essere collegato al fonometro mediante il cavo da 5m in dotazione (10m in opzione).

LO STRUMENTO

Il segnale del preamplificatore giunge al ricevitore dello strumento che lo invia all'uscita LINE ed all'ingresso del convertitore A/D.
Il segnale analogico viene convertito in forma numerica a 20 bit dall'A/D. La dinamica di misura, di oltre 140dB, viene suddivisa in 5 campi utilizzando un amplificatore a guadagno variabile a passi di 10dB, da 0dB a 20dB, posto all'ingresso.

Il segnale digitalizzato giunge quindi al DSP per essere elaborato.
Nel DSP vengono calcolati in parallelo i livelli con le ponderazioni di frequenza a larga banda (A, C e Z) ed i livelli con le ponderazioni a larghezza di banda percentuale costante sia d'ottava che di terzo d'ottava. Vengono inoltre calcolati i livelli di picco (C e Z). I livelli calcolati dal DSP vengono trasmessi al microprocessore per poter essere ulteriormente elaborati, visualizzati, memorizzati e stampati.

Il microprocessore sovrintende tutti i processi dello strumento: la gestione del calibratore elettrico, della memoria Flash, il display, la tastiera e l'interfaccia seriale multi-standard (RS232C ed USB).

Il microprocessore fornisce inoltre il segnale elettrico corrispondente al livello istantaneo ponderato A con costante di tempo FAST, che viene inviato all'uscita DC.

DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI VISUALIZZAZIONE

L'HD2010UC/A misura simultaneamente 3 parametri a scelta (anche statistici) e li visualizza ad una cadenza fissa pari a 2 campioni/s; contemporaneamente misura il livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST e lo visualizza ad una cadenza fissa pari ad 8 campioni/s. Calcola inoltre gli spettri per bande d'ottava e di terzo d'ottava (quando è presente l'opzione "Terzi d'ottava"), con una cadenza massima pari a 2 spettri/s. Come analizzatore statistico, calcola la distribuzione di probabilità ed i livelli percentili. Per poter visualizzare tutti questi dati l'HD2010UC/A prevede 6 diverse modalità di visualizzazione riprodotte nelle figure seguenti.

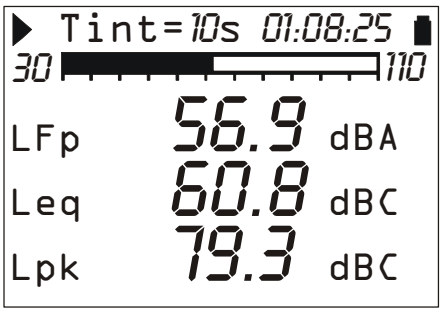


Fig. 1 - SLM

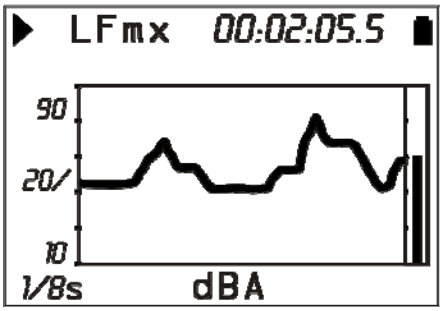


Fig. 2 - Profilo temporale

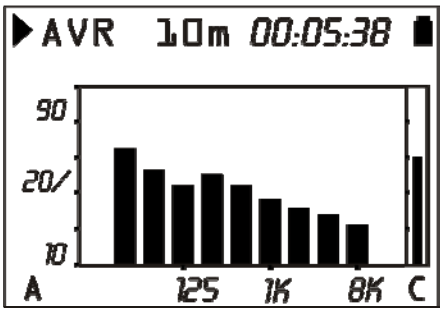


Fig. 3 - Ottave

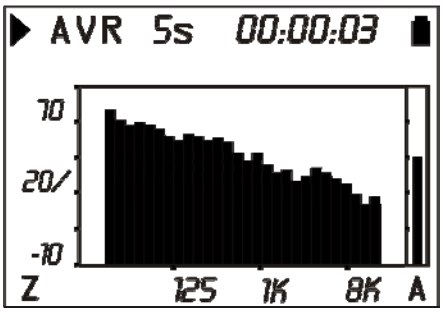


Fig. 4 - Terzi d'Ottava

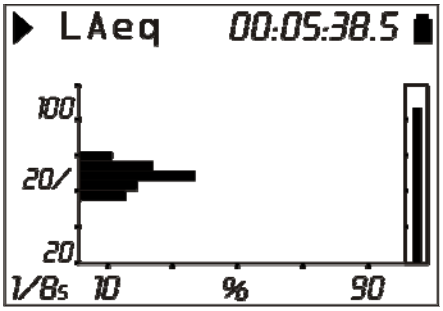


Fig. 5 - Distribuzione di probabilità

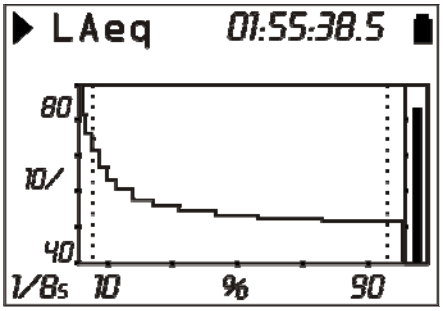


Fig. 6 - Livelli percentili

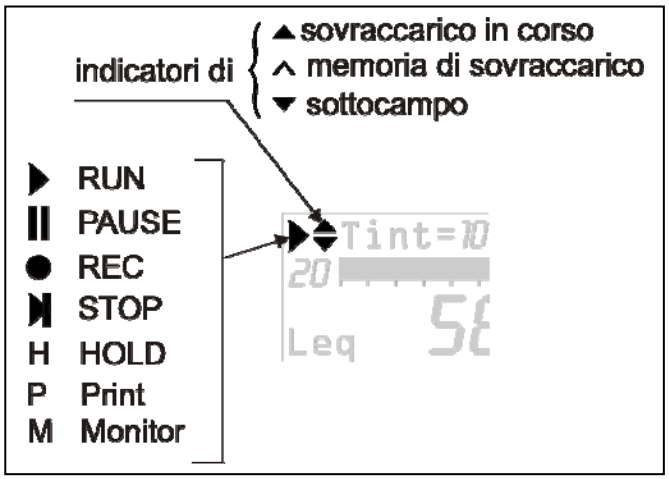
Il passaggio da una schermata alla successiva si può effettuare in qualsiasi momento premendo il tasto **MODE**: appariranno, nell'ordine, la schermata **SLM** con 3 parametri di misura in forma numerica, la schermata **Profilo** con l'andamento temporale del livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST (L_{AFp}), la schermata **Ottave** con gli spettri per bande d'ottava da 31.5 Hz a 8 kHz, gli **spettri per bande di terzo d'ottava** da 25 Hz a 12.5 kHz (se è presente l'opzione "Terzi d'ottava"), la schermata **Distribuzione di probabilità** e la schermata dei **Livelli percentili**. All'accensione il fonometro visualizza la schermata SLM.

La visualizzazione delle schermate Ottave, Terzi d'ottava può essere disabilitata utilizzando i rispettivi parametri nel menu (Menu >> Analizzatore di Spettro >> Display…). Anche le schermate PROBABILITA' e PERCENTILI possono essere disabilitate, utilizzando il parametro Menu >>

Analizzatore Statistico >> Display Statistica (consultare il paragrafo "DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI DEL MENU" a pag. 39).

Alcune indicazioni del display appaiono in tutte le modalità e sono (si veda la figura accanto):

- l'indicatore di stato dell'acquisizione
- l'indicatore di sovraccarico/sotto-campo
- l'indicatore di carica residua delle batterie



Il primo simbolo posto nell'angolo in alto a sinistra del display indica lo stato di acquisizione del fonometro.

- **RUN**: strumento in acquisizione.
- **PAUSE**: il calcolo delle misure integrate e l'eventuale registrazione delle misure sono sospesi. I parametri istantanei continuano ad essere misurati e visualizzati.
- **REC**: strumento in acquisizione e registrazione.
- **STOP**: lo strumento non effettua alcuna misura.
- **HOLD**: il calcolo delle misure integrate è giunto al termine dell'intervallo di integrazione impostato oppure è stato premuto il tasto HOLD.
- **P** (**Print**): segnala che è in corso la stampa del dato corrente.
- **M** (**Monitor**): indica (lampeggio) che è stata avviata la stampa continua dei dati.
- **R** (**Replay**): appare (lampeggio) quando si sta utilizzando il programma "Navigatore" per visualizzare un file salvato nella memoria dello strumento (si veda a pag.46).

Subito alla destra del simbolo che indica la modalità di acquisizione è posto il simbolo che indica l'eventuale **sovraccarico** o sotto-campo. Una freccia rivolta verso l'alto indica che il livello di ingresso ha superato il livello massimo misurabile mentre una freccia rivolta verso il basso indica che il livello di ingresso è sceso sotto il livello minimo misurabile.

Il livello massimo misurabile nelle diverse impostazioni del selettore del campo misure è riportato nelle specifiche tecniche (si veda a pag.94). Il livello minimo misurabile è inferiore di 80dB rispetto al livello massimo. I livelli di rumore per ciascuna ponderazione di frequenza sono riportati nelle specifiche tecniche. Utilizzando un apposito parametro (MENU >> Generale >> Misure >> Livello Sovraccarico), è possibile programmare il limite massimo misurabile a livelli inferiori (si veda a pag.94).

Una freccia con l'interno vuoto è la memoria dell'avvenuto superamento del limite mentre una freccia piena indica che il sovraccarico è in corso.

Alla destra dell'indicatore di sovraccarico viene visualizzato il **tempo di integrazione Tint** dello strumento, che è programmabile da 1s a 99h. Quando la modalità di integrazione è impostata come *multipla* il simbolo "Tint" nella schermata SLM lampeggia (vedi il capitolo "DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE" a pag. 29).

Nell'angolo in alto a destra si trova il **simbolo di batteria**. La scarica delle batterie viene visualizzata come un progressivo svuotamento del simbolo. Quando l'autonomia dello strumento è pari a circa il 10%, che equivale approssimativamente a 30 minuti in acquisizione continua, il simbolo di batteria lampeggia. Un dispositivo di protezione impedisce allo strumento di eseguire misure con livelli di carica insufficienti e spegne automaticamente lo strumento quando il livello di carica è sceso al minimo.

Il livello di carica delle batterie, espresso in percentuale, è visibile nella schermata principale del menu e nella schermata dei programmi; vi si accede rispettivamente premendo i tasti MENU e PROG. Premendo nuovamente i tasti MENU e PROG si ritorna alla schermata di misura.

Premendo il tasto **SELECT** si selezionano in successione alcuni parametri relativi alla schermata visualizzata. Mentre il parametro selezionato lampeggia è possibile modificarlo agendo sui tasti UP e DOWN. Premendo ENTER, oppure automaticamente dopo circa 10s, si uscirà dalla modalità di selezione.

In modalità di visualizzazione grafica è possibile modificare i parametri della scala verticale utilizzando i tasti UP, DOWN, LEFT e RIGHT: i tasti LEFT e RIGHT rispettivamente comprimono ed espandono la scala verticale, i tasti UP e DOWN diminuiscono ed aumentano i livelli di inizio e fine della scala verticale; il grafico risulta in questo modo spostato rispettivamente verso l'alto e verso il basso.

MODALITÀ SLM (SOUND LEVEL METER)

Questa è la modalità di visualizzazione che si presenta all'accensione dello strumento.
È possibile visualizzare simultaneamente 3 parametri a scelta tra i seguenti:

- Parametri acustici *istantanei* in banda larga come L_p, L_{eq}(Short) ed L_{pk}. Il livello di pressione istantaneo viene visualizzato come il livello massimo raggiunto ogni 0.5s.
- Parametri acustici *integrati* in banda larga, come L_{pmax}, L_{eq}, L_{Ieq} ed L_{pkmax}, aggiornati ogni 0.5s.
- Livelli percentili programmabili da L_1 ad L_{99}.
- Livello di esposizione sonora.
- Dose e Dose giornaliera con Exchange Rate, Criterion Level e Threshold Level programmabili
- Tempo in Sovraccarico (in %)

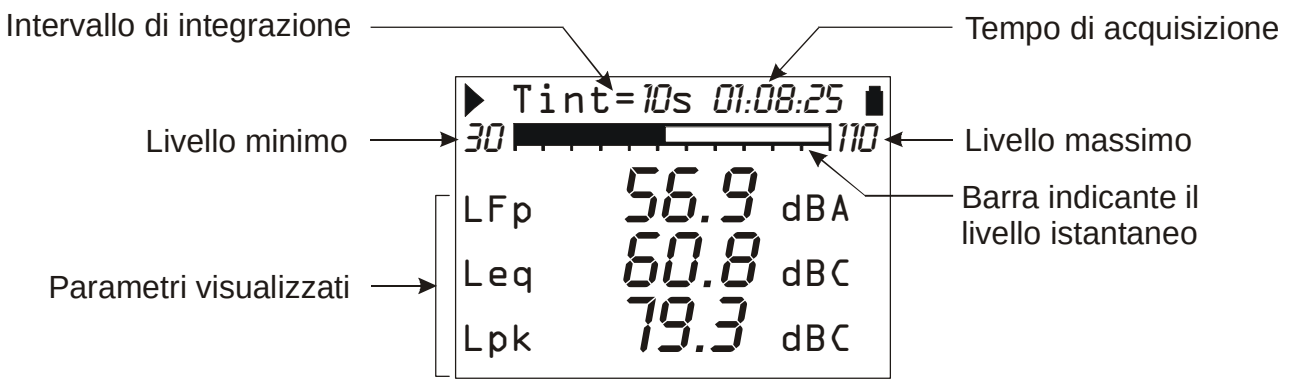
L'aggiornamento del display avviene ogni 0.5 secondi.

La registrazione dei dati varia in base alla modalità di integrazione selezionata (singola o multipla) e all'attivazione o meno della funzione **Auto-Store**, come descritto nella tabella seguente (si veda il capitolo "DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE" a pag. 29).

		Auto-Store: OFF	**Auto-Store: ON**
Integrazione	SINGOLA	Registrazione 2 volte al secondo dei 3 parametri ed 8 volte al secondo del livello L_{AF}. Stop automatico al termine dell'intervallo di integrazione impostato.	Registrazione automatica della schermata SLM (assieme ad OTTAVE e, con opzione, TERZI D'OTTAVA) al termine dell'intervallo di integrazione impostato.
	MULTIPLA	Registrazione 2 volte al secondo dei 3 parametri ed 8 volte al secondo del livello L_{AF}. Azzeramento automatico dei parametri integrati ad ogni intervallo di integrazione.	Registrazione automatica della schermata SLM (assieme ad OTTAVE e, con opzione, TERZI D'OTTAVA) ad intervalli pari al tempo di integrazione impostato. All'inizio di ogni periodo i livelli integrati vengono azzerati.

DESCRIZIONE DEL DISPLAY

Il display visualizza nella parte superiore sinistra il simbolo dello stato dell'acquisizione e l'indicatore di sovraccarico o sottocampo (descritti all'inizio del presente capitolo). Al centro in alto è riportato l'intervallo di integrazione mentre, sulla destra, il tempo di acquisizione nel formato ore:minuti:secondi. Quando la modalità di integrazione è impostata come *multipla* (MENU >> Generale >> Misure >> Modo integrazione: MULT), il simbolo "Tint" lampeggia. Nell'angolo a destra è presente il simbolo del livello di carica delle batterie.



La barra “analogica” indica il livello istantaneo di pressione sonora **non ponderato** in un intervallo di 80dB.
Sotto la barra analogica vengono visualizzati 3 parametri di misura. Tutti i parametri visualizzati possono essere scelti liberamente fra quelli disponibili. Non vi sono vincoli nella scelta delle ponderazioni di frequenza. I parametri di misura sono visualizzati con una etichetta abbreviata, seguita dal valore numerico e dall’unità di misura, eventualmente seguita dalla ponderazione di frequenza. La corrispondenza tra l’etichetta e l’effettivo parametro è fornita in appendice a pag. 123.

I parametri integrati come il Leq (ed Lmax o Lmin), che comportano l’accumulo nel tempo del livello sonoro campionato, vengono visualizzati con una serie di trattini (- - - -) finché il parametro rimane inferiore al livello minimo misurabile.

Prima di iniziare una nuova acquisizione il fonometro azzera automaticamente tutte le misure. Se è stata attivata la modalità di integrazione multipla, i livelli integrati saranno azzerati automaticamente ad intervalli regolari corrispondenti al tempo di integrazione *Tint* impostato.

Con la *Registrazione Continua*, vengono memorizzati una serie di valori ogni 0.5s assieme al parametro visualizzato nella schermata PROFILO, corrispondente al livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST, calcolato 8 volte al secondo. Ciascun campione corrisponde al massimo livello sonoro (L_{AFmx}) calcolato ogni 0.125s sul livello misurato ogni 7.8ms.

SELEZIONE DEI PARAMETRI

Alcuni parametri di misura (intervallo di integrazione, campo misure ed i tre parametri) possono essere modificati direttamente dalla schermata SLM, senza accedere ai menu.
Premendo il tasto SELECT si selezionano in successione i vari parametri. Mentre il parametro selezionato lampeggia, è possibile modificarlo agendo sui tasti UP e DOWN.

Se viene selezionato un parametro con attributo, come ad esempio il parametro di misura LFp (livello di pressione ponderato FAST), lampeggerà anche la ponderazione di frequenza relativa (“A” nell’esempio riportato in figura). In questo caso premendo UP e DOWN è possibile modificare il parametro selezionato senza modificare l’attributo; ad esempio è possibile, premendo DOWN, passare dal parametro LFp ponderato A al parametro LSp ponderato A. Premendo il tasto RIGHT si passerà alla selezione dell’attributo, che sarà il solo a lampeggiare. Con i tasti UP e DOWN sarà quindi possibile modificare l’attributo; ad esempio è possibile, premendo UP, passare da LSp ponderato A ad LSp ponderato Z. In fase di selezione dell’attributo è possibile passare alla selezione del parametro premendo il tasto LEFT.

Premendo SELECT si seleziona il prossimo parametro; invece premendo ENTER, oppure automaticamente dopo circa 10s, si uscirà dalla modalità di selezione.

Anche la *modalità di integrazione* (si veda pag. 29) può essere impostata agendo sui tasti LEFT e RIGHT: selezionare l’intervallo di integrazione con il tasto SELECT. Quando il valore numerico dell’intervallo di integrazione lampeggia, premere il tasto RIGHT per impostare la modalità di integrazione *multipla* o il tasto LEFT per impostare la modalità di integrazione *singola*. Quando la modalità di integrazione è multipla, l’indicazione Tint lampeggia.

La modifica di un qualsiasi parametro è permessa solo con strumento in STOP: se si tenta di apportare modifiche ad uno qualsiasi dei parametri con strumento in una condizione diversa dallo STOP, appare la schermata che richiede di fermare la misura in corso: premendo YES è possibile fermare l’acquisizione e continuare con la modifica dei parametri; premendo NO, l’acquisizione continua senza interruzioni.
Le impostazioni appena descritte possono anche essere fatte entrando nel menu di configurazione dello strumento. Si veda la descrizione dettagliata a pag.36.

FUNZIONE CANCELLAZIONE (ESCLUSIONE DATI)

Il tasto **PAUSE/CONTINUE** viene usato in fase di acquisizione per sospendere una misura in corso.

Tutti i dati acquisiti fino al momento in cui è stato premuto il tasto, vengono utilizzati per il calcolo dei parametri integrati. Vi sono però dei casi in cui è utile poter eliminare l'ultima parte delle misure acquisite appena prima della pressione del tasto PAUSE, per esempio perché generate da eventi imprevisti e non caratterizzanti il rumore sotto esame.

Durante la misura, premere il tasto PAUSE/CONTINUE: l'aggiornamento delle misure integrate viene sospeso. A questo punto è possibile cancellare l'ultima parte dei dati acquisiti, premendo la freccia LEFT.

Nella posizione occupata dal tempo di integrazione apparirà temporaneamente la scritta “Canc.” accompagnata dal rispettivo intervallo di tempo, in secondi, da cancellare. L’intervallo di cancellazione può essere aumentato o diminuito utilizzando i tasti LEFT e RIGHT. I parametri integrati visualizzati variano in funzione della cancellazione impostata, in modo che si possa sceglierne l’entità in funzione dell’effettiva necessità. Alla successiva pressione del tasto PAUSE/CONTINUE la misura riprenderà ed i parametri integrati saranno effettivamente stati decurtati dell’intervallo selezionato.

Il tempo massimo di cancellazione, suddiviso in 5 passi, viene impostato da menu: MENU >> Generale >> Misure >> Cancellazione Massima. L'insieme di valori impostabili è 5, 10, 30 o 60 secondi, rispettivamente con passi da 1s, 2s, 6s o 12s.

MODALITÀ PROFILO TEMPORALE

Questa modalità di visualizzazione presenta il profilo temporale del livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST (L_{AFp}). Il tempo di integrazione è pari ad 1/8s e vengono visualizzati gli ultimi 100 livelli misurati.

Il fonometro HD2010UC/A calcola il livello sonoro 128 volte al secondo (a intervalli di 7.8ms) e visualizza il livello massimo ad intervalli pari a 125ms.

Premendo il tasto HOLD si blocca l'aggiornamento della visualizzazione; lo strumento continua tuttavia ad effettuare misure ed è possibile riprendere l'aggiornamento della visualizzazione premendo nuovamente il tasto HOLD.

Lo stato di HOLD non influisce sul funzionamento della stampa continua (*Monitor*) o della registrazione. Se viene attivata la registrazione continua, con la modalità di acquisizione singola, il tempo di integrazione agisce come un timer che blocca automaticamente l'acquisizione al termine dell'intervallo impostato.

Questa schermata non viene registrata nella modalità Auto-Store.

DESCRIZIONE DEL DISPLAY

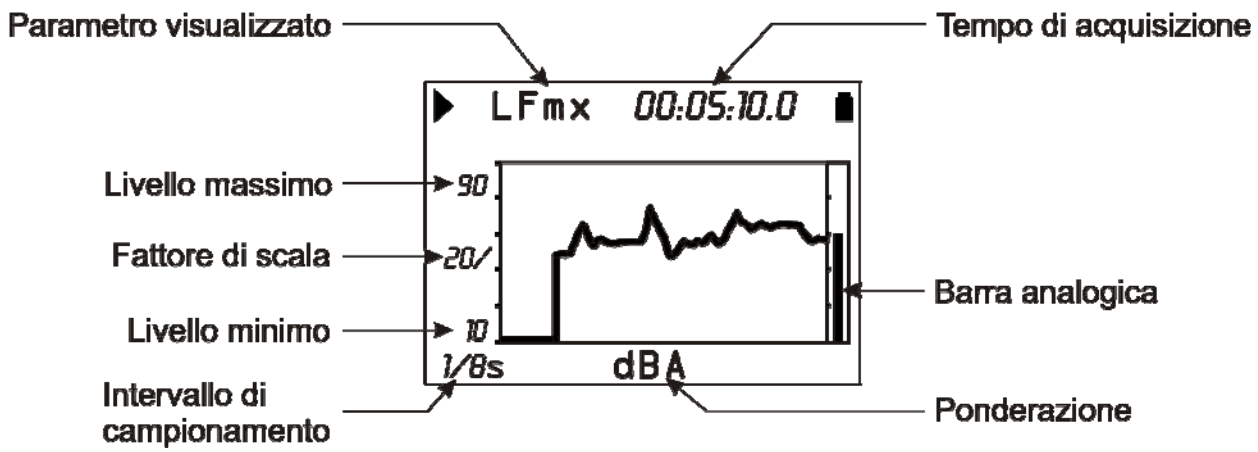


Fig. 7 - Descrizione del display in modalità Profilo

La Fig. 7 mostra un esempio di profilo temporale del livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST.

Il display riporta, nell'angolo inferiore sinistro, l'intervallo di campionamento. Sempre nella parte inferiore del display, al centro, è visualizzata l'unità di misura e la ponderazione di frequenza del parametro di misura.

L'ampiezza della scala verticale del grafico visualizzato è pari a 5 divisioni. L'ampiezza di ogni divisione è denominata "*fattore di scala*" del grafico ed appare al centro dell'asse verticale. Questo parametro è selezionabile in tempo reale tra 20dB, 10dB oppure 5dB per divisione, utilizzando i tasti RIGHT (zoom +) e LEFT (zoom -).

Il fondo scala del grafico può essere impostato con le frecce UP e DOWN, a passi pari al fattore di scala selezionato, a partire dal fondo scala dello strumento[1]. Premendo i tasti UP oppure DOWN, si ottiene rispettivamente un "innalzamento" oppure di un "abbassamento" del grafico.

Nella porzione destra del display un indicatore a barra "analogica" fornisce il livello istantaneo **non ponderato** del livello di pressione sonora in ingresso, analogamente alla barra della modalità SLM.

[1] Il fondo scala dello strumento viene determinato dalla scelta del guadagno d'ingresso selezionato nel menu alla voce MENU >> Generale >> Misure >> Guadagno di Ingresso.

In *Registrazione* vengono memorizzati 4 valori ogni 0.5s del livello L_{AFp} assieme ai livelli sonori della schermata SLM. Analogamente, quando è attiva la funzione *Monitor* vengono inviati all'interfaccia seriale 4 valori ogni 0.5s.

La modalità di integrazione non influenza il funzionamento della registrazione per questa schermata.

Il livello sonoro visualizzato in questa schermata può essere utilizzato come sorgente per il trigger d'evento (consultare il paragrafo "FUNZIONE TRIGGER D'EVENTO" a pag. 27).

USO DEI CURSORI

La pressione del tasto CURSOR del tastierino attiva i cursori sul grafico. Premendo ripetutamente il tasto, vengono attivati in successione il primo cursore L1, il secondo cursore L2 od entrambi ΔL in coppia: il cursore selezionato lampeggia. Con le frecce LEFT e RIGHT del tastierino si spostano il cursore o i cursori selezionati, sul grafico.

Nella seconda riga in alto del display vengono visualizzati il livello del parametro di misura ed il tempo individuati dal cursore attivo oppure l'intervallo di tempo e la differenza di livello L_1-L_2 tra i due cursori quando sono attivi entrambi.

Il livello del parametro viene visualizzato con una serie di trattini (- - - -) finché è inferiore al livello minimo misurabile.

I cursori vengono disabilitati premendo nuovamente il tasto CURSOR.

MODALITÀ SPETTRO (PER BANDE D'OTTAVA E DI TERZO D'OTTAVA)

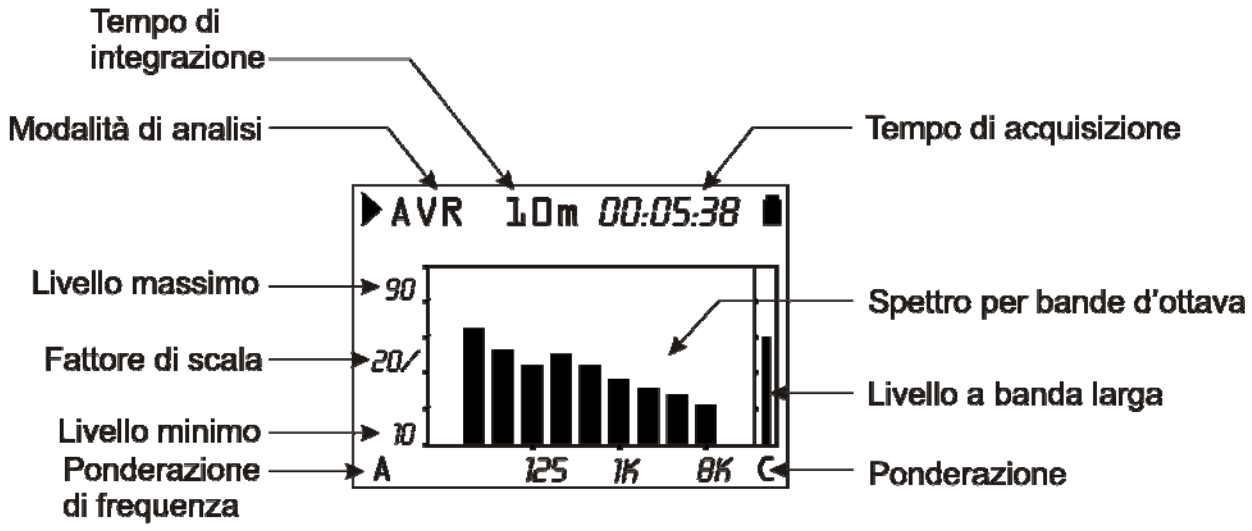
La modalità di funzionamento come **analizzatore di spettro** prevede la visualizzazione dello spettro di frequenza per bande d'ottava da 31.5Hz a 8kHz e, se l'opzione "Terzi d'ottava" è attiva, anche di terzo d'ottava da 25Hz a 12.5kHz. L'analisi spettrale viene eseguita ed eventualmente memorizzata senza ponderazioni di frequenza (Z) mentre la visualizzazione può anche essere ponderata A o C, per una rapida valutazione dell'udibilità delle diverse componenti spettrali.
Lo spettro per bande d'ottava o di terzo d'ottava è accompagnato, per eventuali comparazioni, da un livello a larga banda che può essere ponderato A, C oppure Z a scelta.

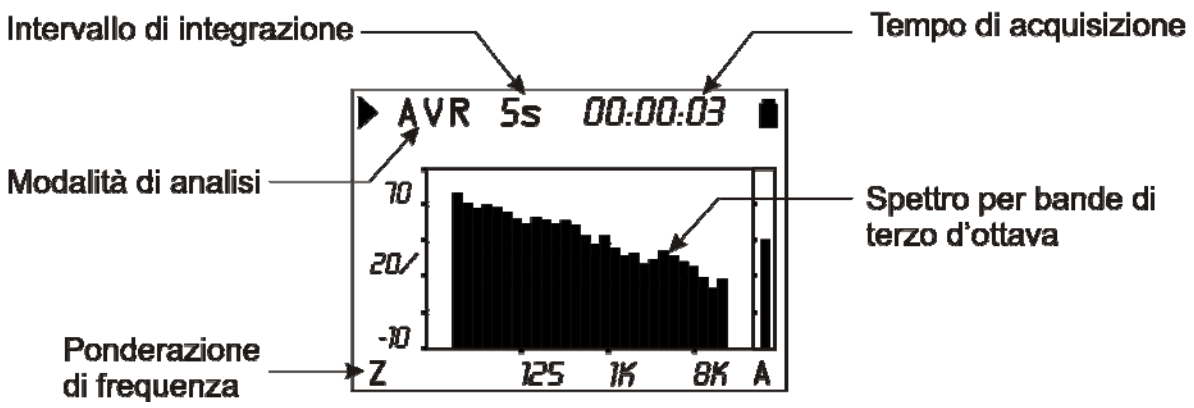
Lo spettro mediato (**AVR**) viene integrato linearmente, banda per banda, per la durata del tempo di integrazione impostato (da 1s a 99h) in comune con la modalità SLM.

Se l'integrazione avviene in modalità singola (MENU >> Generale >> Misure >> Modo integrazione: SING), lo strumento entrerà automaticamente in modalità HOLD quando raggiungerà il tempo di integrazione impostato, questo per consentire l'esame e la eventuale stampa o memorizzazione del risultato. Premendo il tasto HOLD sarà possibile riprendere l'aggiornamento della visualizzazione.

Se viene attivata la registrazione continua (con la pressione contemporanea dei tasti REC e START) quando l'integrazione è in modalità singola, il tempo di integrazione agirà invece come un timer bloccando automaticamente l'acquisizione al termine dell'intervallo Tint impostato.

Se l'integrazione è in modalità multipla (MENU >> Generale >> Misure >> Modo integrazione: MULT), al termine del tempo di integrazione impostato lo strumento eseguirà automaticamente l'azzeramento dei livelli e riprenderà un nuovo ciclo di integrazione (vedi il capitolo "DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE" a pag. 29); si ottiene in questo modo una analisi multispettro ad intervallo programmabile da 1secondo fino ad 1 ora.





L’analisi spettrale, normalmente non ponderata in frequenza, può anche essere effettuata applicando filtri di frequenza A oppure C. L’analisi spettrale ponderata A oppure C viene utilizzata per valutare l’udibilità delle diverse componenti dello spettro sonoro.

Alcuni parametri possono essere modificati, senza accedere ai menu, utilizzando i tasti SELECT, le quattro frecce UP, DOWN, LEFT e RIGHT ed il tasto ENTER: premendo ripetutamente il tasto SELECT, si possono selezionare in sequenza la scala verticale del grafico, il tempo di integrazione, la ponderazione di frequenza dello spettro A, C o Z e la ponderazione ausiliaria a larga banda (si veda il paragrafo "Selezione dei parametri" a pag.16 per i dettagli).

Per questa modalità di visualizzazione la funzione Monitor si comporta come nella modalità SLM mentre la registrazione continua non è disponibile. In qualunque momento è possibile comunque memorizzare lo spettro visualizzato a display premendo e mantenendo premuto per almeno 2 secondi il tasto REC.

La modalità di integrazione e la funzione Auto-Store modificano il funzionamento della registrazione continua come descritto nella tabella seguente (vedi il capitolo “DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE” a pag. 29).

<table>
<tr><th>Integrazione</th><th>Auto-Store: OFF</th><th>Auto-Store: ON</th></tr>
<tr><td>SINGOLA</td><td rowspan="2">Nessuna registrazione.</td><td>Registrazione automatica delle schermate OTTAVE e, con opzione, TERZI D’OTTAVA (assieme ad SLM) al termine dell’intervallo di integrazione impostato.</td></tr>
<tr><td>MULTIPLA</td><td>Registrazione automatica delle schermate OTTAVE e, con opzione, TERZI D’OTTAVA (assieme ad SLM) ad intervalli pari al tempo di integrazione impostato. All’inizio di ogni periodo i livelli integrati vengono azzerati.</td></tr>
</table>

DESCRIZIONE DEL DISPLAY

La prima riga del display visualizza, dopo il simbolo dello stato dell'acquisizione e l'indicatore di sovraccarico, la modalità di aggiornamento del grafico (AVR), l'intervallo di integrazione (in comune con la modalità di visualizzazione SLM) ed a destra, il tempo di acquisizione.

I valori riportati sulla sinistra del grafico sono rispettivamente il fondo scala, il fattore di scala e l'inizio scala. L’ampiezza della scala verticale del grafico visualizzato è pari a 5 divisioni. L'ampiezza di ogni divisione è denominata "fattore di scala" del grafico e appare al centro dell'asse verticale.

Questo parametro è selezionabile in tempo reale tra 20dB, 10dB oppure 5dB per divisione, utilizzando i tasti RIGHT (zoom +) e LEFT (zoom -).

Il fondo scala del grafico può essere impostato con le frecce UP e DOWN, a passi pari al fattore di scala selezionato, a partire dal fondo scala dello strumento[2]. L’effetto che si ottiene è di un “innalzamento” oppure di un “abbassamento” del grafico premendo rispettivamente i tasti UP oppure DOWN.

Nella parte destra del display viene visualizzato, con una barra separata, il livello ponderato per banda larga (a scelta Z, C o A) integrato sul medesimo intervallo temporale applicato alle singole bande dello spettro. La ponderazione in frequenza applicata è indicata sotto la barra.

Nella parte inferiore a sinistra viene visualizzata la ponderazione di frequenza dello spettro (a scelta Z, C o A).

[2] Il fondo scala dello strumento viene determinato dalla scelta del guadagno d'ingresso selezionato nel menu alla voce MENU >> Generale >> Misure >> Guadagno di Ingresso.

USO DEI CURSORI

La pressione del tasto CURSOR del tastierino attiva i cursori sul grafico. Premendo ripetutamente il tasto, vengono attivati in successione il primo cursore L_1, il secondo cursore L_2 od entrambi ΔL in coppia: il cursore selezionato lampeggia. Con le frecce LEFT e RIGHT del tastierino si spostano il cursore o i cursori selezionati, sul grafico.

Nella seconda riga del display vengono visualizzati il livello e la frequenza centrale del filtro individuati dal cursore attivo oppure la differenza di livello tra i due cursori quando sono attivi entrambi in tracking.

Il livello viene indicato in dB per spettri non ponderati oppure in dBA o dBC per gli spettri ponderati A o C rispettivamente.

Nelle modalità di visualizzazione dello spettro per ottave e terzi d'ottava, i cursori possono essere posizionati anche sulla barra relativa al canale a larga banda.

I filtri di livello inferiore al minimo misurabile vengono indicati dal cursore con una serie di trattini (- - - -).

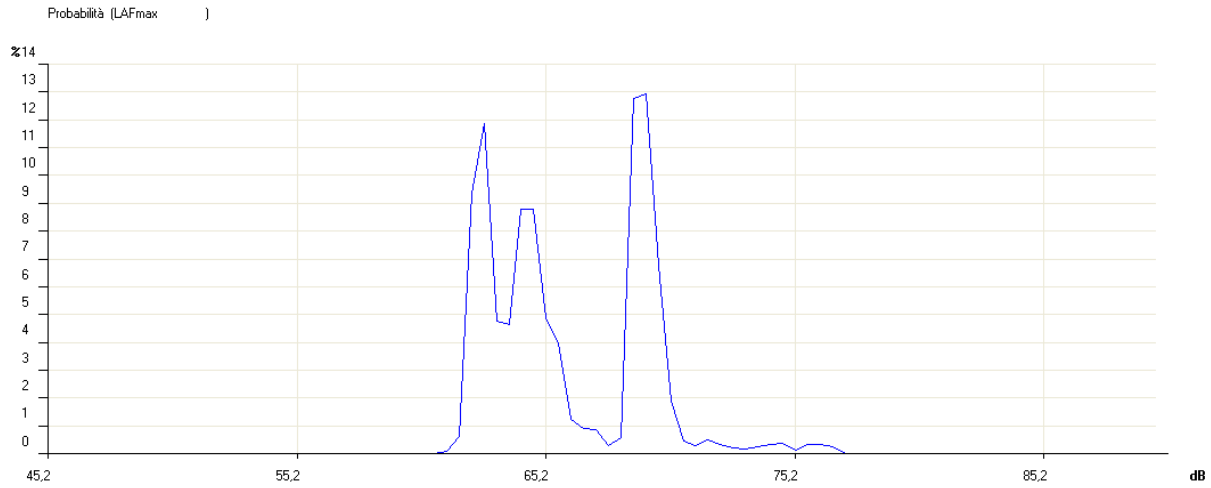
GRAFICI STATISTICI

La modalità di funzionamento come **analizzatore statistico** permette di effettuare l'analisi sul livello di pressione sonora con costante di tempo FAST (campionato 8 volte al secondo) oppure sul livello equivalente breve (integrato ogni 0.125s) oppure sul livello di picco (calcolato 2 volte al secondo) con qualsiasi ponderazione di frequenza (solo C o Z per il livello di picco).

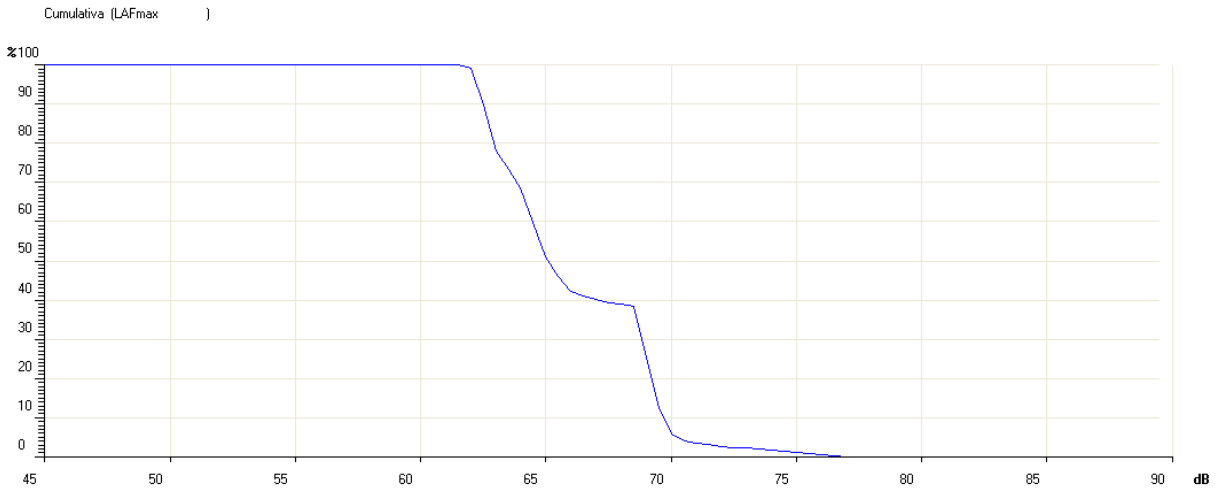
L'analisi statistica viene effettuata con classi da 0.5dB per livelli sonori da 21dB fino a 140dB e prevede la visualizzazione, in forma grafica, della distribuzione di probabilità dei livelli sonori e del grafico dei livelli percentili. I grafici sono abilitabili mediante la voce Menu >> Analizzatore Statistico >> Display Statistica. La disabilitazione dei grafici statistici non influisce sul calcolo dei livelli percentili programmabili L1 – L4.

La figura seguente mostra la **distribuzione di probabilità** di livello relativa alla misura per circa 6 minuti del rumore emesso da una camera climatica. Durante la misura è stato acceso, per la durata di circa 2 minuti, un calibratore acustico in prossimità del microfono.

La distribuzione di probabilità mostra chiaramente le diverse "popolazioni" del rumore in esame. Iniziando dai livelli inferiori, il primo picco (circa 63dBA) si riferisce al rumore di fondo della camera dovuto principalmente al sistema di ventilazione. Il secondo picco (circa 65dB) si riferisce alle fasi in cui si attiva il compressore per il raffreddamento. Il terzo picco (circa 69dB) si riferisce al tono prodotto dal calibratore.



Nella figura seguente è visualizzata la **distribuzione cumulativa** per lo stesso campione sonoro della figura precedente. La distribuzione cumulativa è costruita partendo dal 100% per livelli inferiori al minimo misurato e sottraendo la probabilità di ciascuna classe finché si ottiene una probabilità cumulativa pari a 0 per livelli superiori al massimo misurato.



I *livelli percentili* vengono calcolati per interpolazione sulla distribuzione cumulativa.

L'analizzatore azzera le classi all'inizio della misura ed accumula la statistica sino al termine della misura. Se viene attivata la registrazione continua, con la modalità di acquisizione singola, il tempo di integrazione agisce come un timer che blocca automaticamente l'acquisizione al termine dell'intervallo impostato. Quando invece l'integrazione dei livelli avviene in modalità multipla, oppure è attiva la registrazione di rapporti, i grafici statistici vengono azzerati all'inizio di ciascun intervallo impostato.

L'analisi statistica viene presentata con due schermate grafiche: la distribuzione di probabilità ed il grafico dei livelli percentili.

DISTRIBUZIONE DELLA PROBABILITÀ DEI LIVELLI

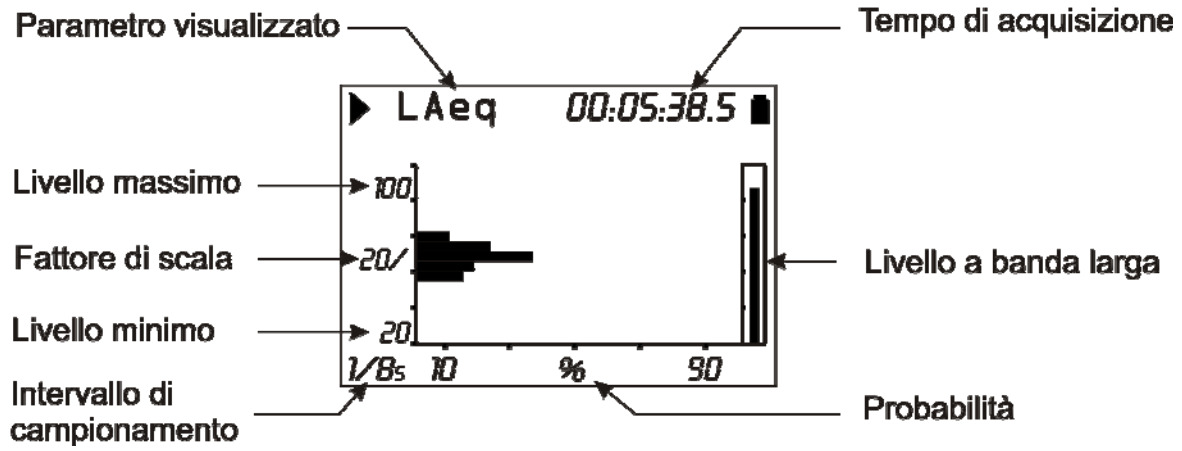


Fig. 8 - Descrizione del display in modalità Distribuzione di Probabilità

La figura mostra la distribuzione di probabilità del livello sonoro equivalente ponderato A con un intervallo di campionamento di 0.125s. Il grafico ha i livelli sonori in decibel sull'asse verticale e la probabilità sull'asse orizzontale.

Il display visualizza nell'angolo inferiore sinistro l'intervallo di campionamento e nella prima riga, a destra dell'indicatore di stato e dell'eventuale indicatore di sovraccarico, il parametro di misura prescelto per l'analisi statistica.

L'ampiezza della scala verticale del grafico visualizzato è pari a 5 divisioni. L'ampiezza di ogni divisione è denominata "fattore di scala" del grafico ed appare al centro dell'asse verticale. Questo parametro è selezionabile in tempo reale tra 20dB, 10dB oppure 5dB per divisione corrispondenti rispettivamente alla rappresentazione in forma grafica con classi da 2dB, 1dB oppure 0.5dB. Il fattore di scala è impostabile utilizzando i tasti RIGHT (zoom +) e LEFT (zoom -).

Il fondo scala del grafico può essere impostato con le frecce UP e DOWN, a passi pari al fattore di scala selezionato. L'effetto che si ottiene è di un "innalzamento" oppure di un "abbassamento" del grafico premendo rispettivamente i tasti UP oppure DOWN.

Nella porzione destra del display un indicatore a barra "analogica" fornisce il livello istantaneo **non ponderato** del livello di pressione sonora in ingresso, analogamente alla barra della modalità SLM.

Il parametro prescelto per effettuare l'analisi statistica può essere modificato, senza bisogno di accedere ai menu, utilizzando i tasti SELECT, le quattro frecce UP, DOWN, LEFT e RIGHT ed il tasto ENTER (si veda il paragrafo "Selezione dei parametri" a pag. 16 per i dettagli).

Uso dei cursori

La pressione del tasto CURSOR del tastierino attiva i cursori sul grafico. Premendo ripetutamente il tasto, vengono attivati in successione il primo cursore L1, il secondo cursore L2 od entrambi ΔL in coppia: il cursore selezionato lampeggia. Con le frecce LEFT e RIGHT del tastierino si spostano il cursore o i cursori selezionati, sul grafico.

Nella seconda riga in alto del display vengono visualizzati il livello centrale della classe e la relativa probabilità, individuati dal cursore attivo, oppure la probabilità per i livelli compresi nell'intervallo tra i due cursori, quando sono attivi entrambi.

I cursori vengono disabilitati premendo nuovamente il tasto CURSOR.

GRAFICO DEI LIVELLI PERCENTILI

Oltre alla visualizzazione in forma grafica della distribuzione della probabilità dei livelli sonori, è disponibile il grafico dei livelli percentili.

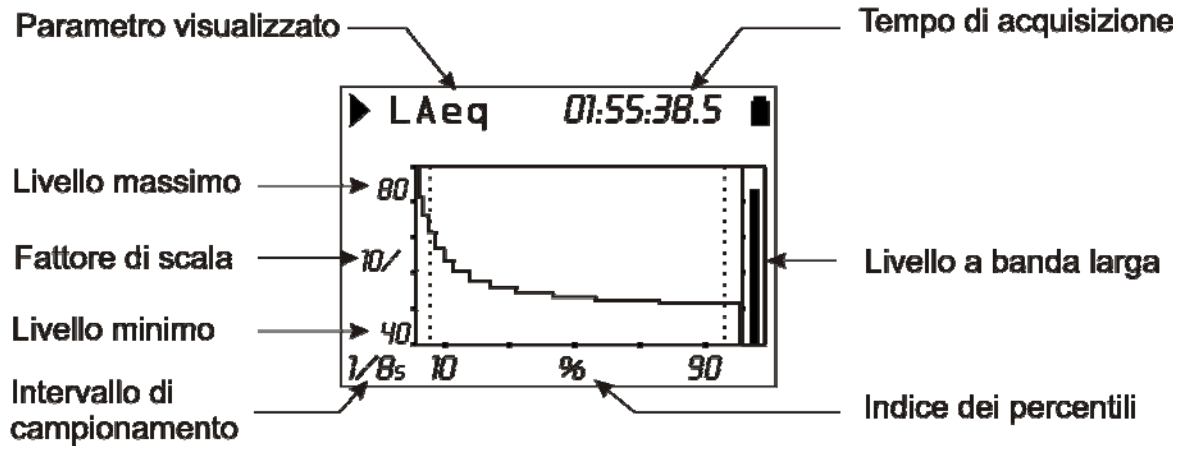


Fig. 9 - Descrizione del display in modalità Livelli Percentili

La figura mostra il grafico dei livelli percentili corrispondente alla distribuzione di probabilità visualizzata al paragrafo precedente.

Dalla distribuzione di probabilità del livello sonoro è possibile calcolare la *distribuzione cumulativa delle probabilità* sulle medesime classi. La distribuzione cumulativa è pari al 100% per tutte le classi con livelli inferiori al minimo livello sonoro misurato ed è pari a 0% per tutte le classi maggiori del massimo livello misurato. Partendo dalla classe corrispondente al minimo livello misurato, la distribuzione cumulativa decresce della rispettiva probabilità di ciascuna classe fino alla classe corrispondente al massimo livello misurato, dove assume valore nullo. I livelli percentili da L_1 ad L_{99} vengono calcolati per interpolazione lineare della distribuzione cumulativa delle probabilità.

Il grafico ha i livelli sonori in decibel sull'asse verticale e l'indice dei percentili sull'asse orizzontale. Nell'angolo inferiore sinistro viene visualizzato l'intervallo di campionamento e nella prima riga a sinistra, dopo l'indicatore di stato e l'eventuale indicatore di sovraccarico, il parametro di misura prescelto per l'analisi statistica.

L'ampiezza della scala verticale è pari a 5 divisioni. L'ampiezza di ogni divisione è denominata "fattore di scala" del grafico ed appare al centro dell'asse verticale. Questo parametro è selezionabile in tempo reale tra 20dB, 10dB oppure 5dB per divisione. Il fattore di scala è impostabile utilizzando i tasti RIGHT (zoom +) e LEFT (zoom -).

Il fondo scala del grafico può essere impostato con le frecce UP e DOWN, a passi pari al fattore di scala selezionato. L'effetto che si ottiene è di un "innalzamento" oppure di un "abbassamento" del grafico premendo rispettivamente i tasti UP oppure DOWN.

Nella porzione destra del display un indicatore a barra "analogica" fornisce il livello istantaneo non ponderato del livello di pressione sonora in ingresso, analogamente alla barra della modalità SLM. Il parametro prescelto per effettuare l'analisi statistica può essere modificato, senza bisogno di accedere ai menu, utilizzando i tasti SELECT, le quattro frecce UP, DOWN, LEFT e RIGHT ed il tasto ENTER (si veda il paragrafo "Selezione dei parametri" a pag.16 per i dettagli).

Uso dei cursori

I tasti CURSOR, LEFT e RIGHT del tastierino attivano e spostano il cursore.
Nella seconda riga in alto del display viene visualizzato il livello percentile individuato dal cursore.
Il cursore viene disabilitato premendo nuovamente il tasto CURSOR.

FUNZIONE TRIGGER D'EVENTO

La funzione **Trigger d'evento** è attivabile solamente con modalità di integrazione singola. Con questa funzione è possibile isolare, durante la misura, un evento sonoro identificabile attraverso la *variazione del livello sonoro* oppure *manualmente*, con la pressione di un tasto.

Il descrittore acustico utilizzato dalla funzione di trigger è quello selezionato nella vista PROFILO (Menu >> Trigger >> Sorgente: LEV). La variazione di livello che attiva il riconoscimento dell'evento può essere sia *positiva* che *negativa* (Menu >> Trigger >> Polarità Trigger) e la *soglia di attivazione* (Menu >> Trigger >> Soglia Trigger e Menu >> Trigger >> Soglia Fondo) può essere impostata ad un livello diverso da quella di disattivazione (Menu >> Trigger >> Soglia Trigger e Menu >> Trigger >> Soglia Fondo).

La figura seguente raffigura un esempio di cattura di evento sonoro con polarità positiva. Il livello sonoro (L_{AF}) supera la soglia di trigger al tempo T0 e, successivamente, la soglia di fondo al tempo T2.

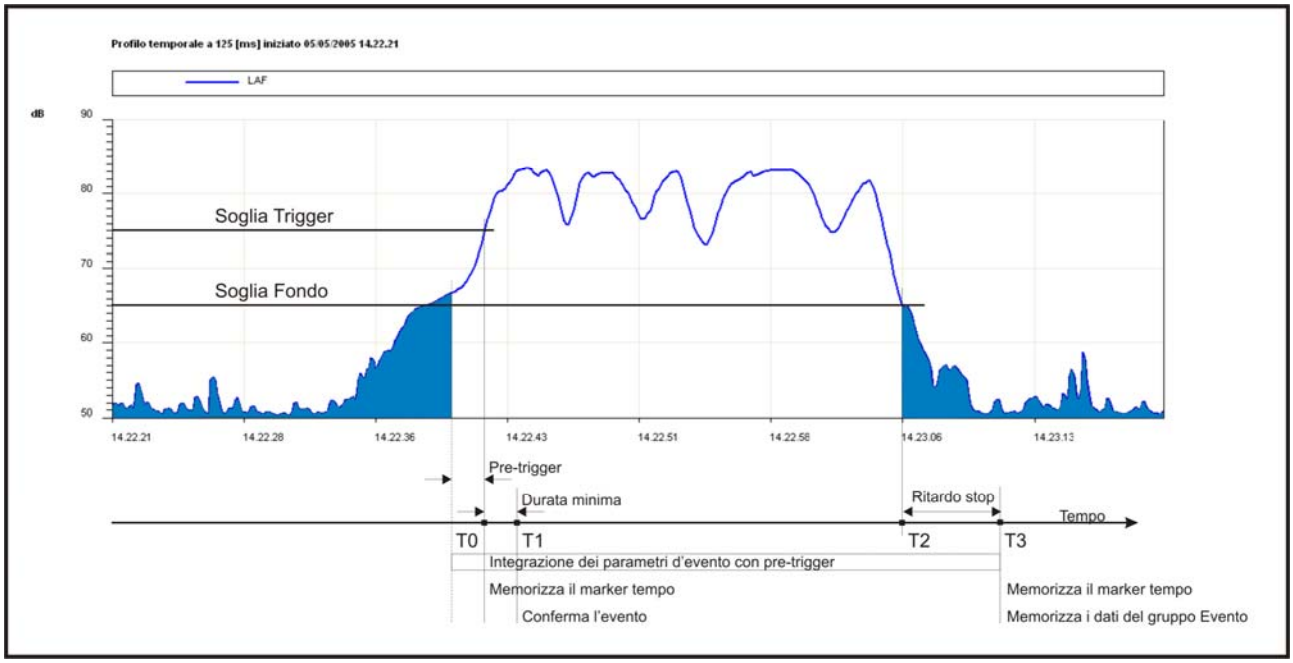


Fig. 10 - Descrizione dei parametri del trigger d'evento

Per evitare che anche impulsi di breve durata vengano identificati come eventi sonori, è impostabile una *durata minima di attivazione* fino ad un massimo di 10s (Menu >> Trigger >> Durata Minima). Se il superamento della soglia di attivazione dura meno del tempo impostato, l'evento non viene preso in considerazione. E' impostabile anche una *durata minima di disattivazione*: quando viene superata la soglia di disattivazione, la chiusura dell'evento viene ritardata per il tempo impostato, fino ad un massimo di 255s (Menu >> Trigger >> Ritardo Stop).

Nell'esempio della figura, dato che le condizioni di trigger superano la durata minima impostata, cioè permangono almeno fino al tempo T1, ha inizio l'integrazione dei livelli di evento includendo i 2 secondi precendenti il superamento della soglia di trigger (*pre-trigger*). Il tempo di pre-trigger non è modificabile.

L'integrazione dei livelli d'evento si conclude al tempo T3, cioè con un ritardo pari al *ritardo di stop* dall'istante T2 corrispondente al superamento della soglia di fondo.

Il trigger d'evento può essere attivato anche mediante la pressione del tasto ENTER (Menu >> Trigger >> Sorgente: MAN). In questo caso il parametro di durata minima non ha effetto e l'evento ha inizio non appena viene rilevato il trigger.

Per ciascun evento identificato, l'HD2010UC/A calcola i seguenti parametri:

- 5 parametri programmabili a scelta tra livelli massimi e minimi, livello di picco, livello equivalente e SEL
- Spettro medio sia per banda d'ottava che di terzo d'ottava (con l'opzione "Terzi d'ottava")
- Analisi statistica completa

Questi parametri non vengono visualizzati ma sono memorizzabili, tutti o in parte, al termine di ciascun evento. Il menu *Registrazione* >> *Evento* permette di impostare sia i 5 parametri che la memorizzazione.
L'integrazione dei parametri d'evento ha inizio 2 secondi prima dell'attivazione del trigger. Il tempo di pre-trigger non è modificabile.
Una speciale funzione di stampa, sincrona con il trigger, è disponibile per la segnalazione via RS232 dell'evento stesso (Menu >> Trigger >> Stampa).

Con trigger abilitato, il profilo del livello sonoro viene visualizzato con l'area sottostante annerita quando il trigger non è attivo, in modo da evidenziare la porzione interessata dall'evento.

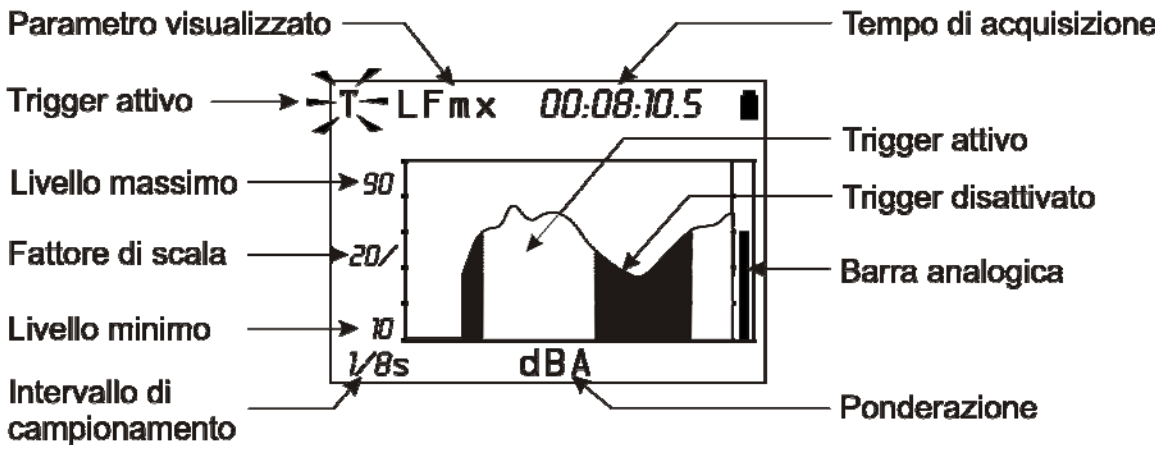
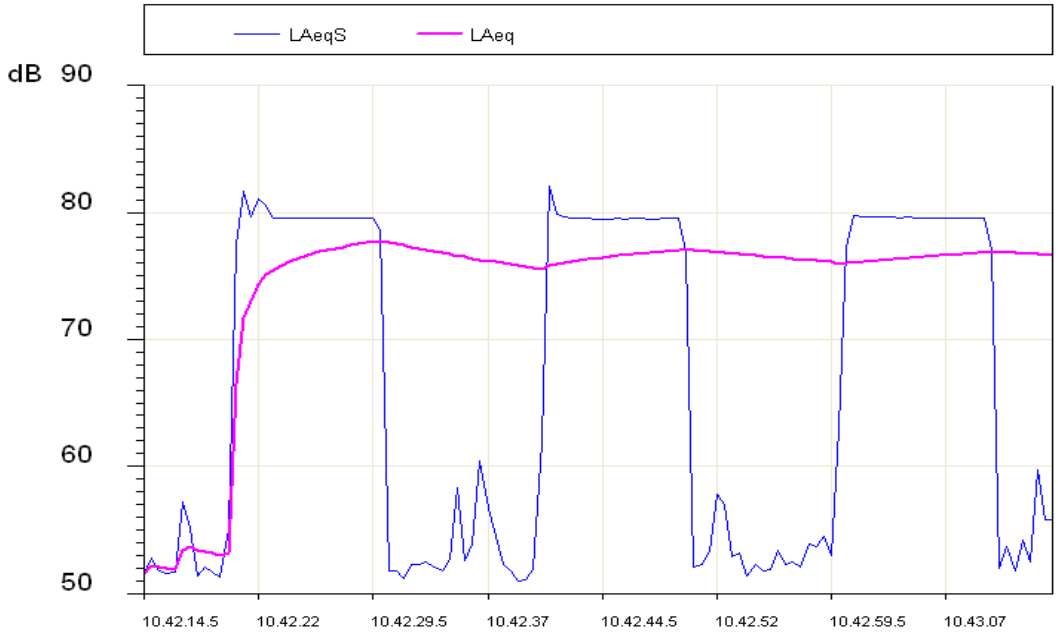


Fig. 11 - Descrizione del display in modalità "Trigger d'evento"

DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE

L'HD2010UC/A esegue le misure con due distinte modalità di integrazione: **singola** (standard per l'HD2010UC/A) e **multipla**.
L'integrazione singola inizia con l'azzeramento dei livelli integrati (come ad es. il Leq) e termina quando è trascorso il tempo di integrazione Tint impostato oppure quando l'acquisizione viene interrotta manualmente con la pressione del tasto RUN/STOP. La figura seguente mostra il profilo del Leq Short calcolato 2 volte al secondo e del Leq integrato su un tempo di misura pari ad 1 minuto con la modalità singola.

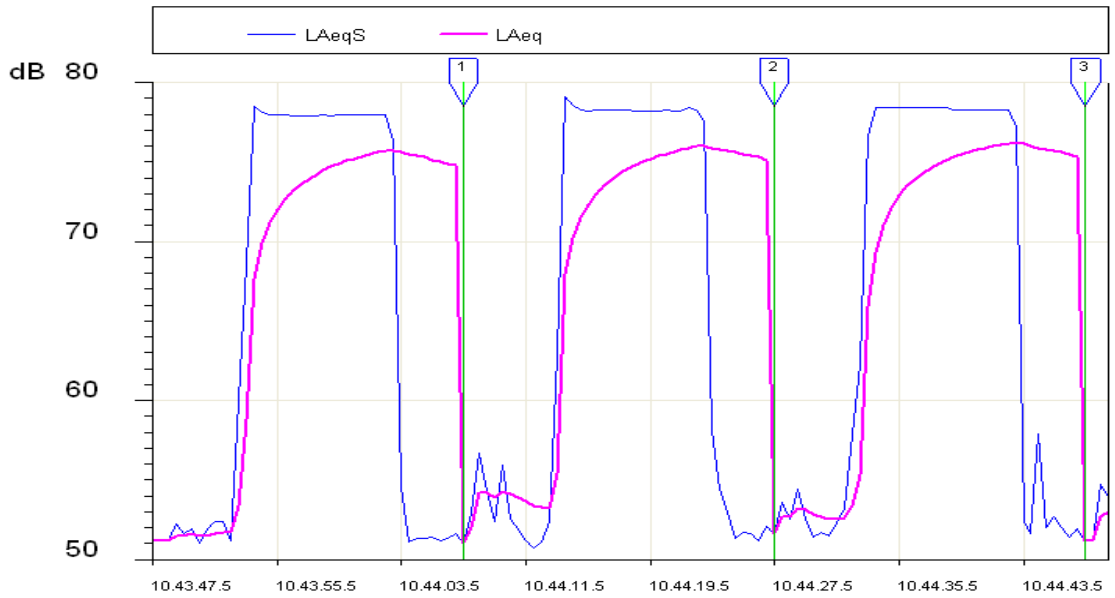


Nell'arco del tempo di misura, il profilo del Leq Short (indicato come LAeqS) evidenzia tre fasi con livello di rumore piuttosto elevato, pari a circa 80dB, ed un rumore di fondo con una certa variabilità nell'intervallo 52 - 60dB.
Il profilo del Leq mostra come l'integrazione delle tre fasi a rumore elevato produca un livello equivalente che va stabilizzandosi, al termine della misura, intorno ai 77dB.
Spesso è necessario, o quantomeno conveniente, suddividere il tempo di misura in intervalli di uguale durata e calcolare i livelli integrati, come Leq, livelli massimi e minimi, ecc., su ciascun intervallo separatamente anziché sull'intero tempo di misura. Per questa funzione risulta utile la modalità di integrazione multipla.

L'**integrazione multipla** suddivide il tempo di misura in intervalli di durata pari al tempo di integrazione (Tint) impostato. Ciascun intervallo inizia con l'azzeramento dei livelli e termina quando è trascorso il tempo di integrazione; la sequenza di intervalli di integrazione ha termine quando viene interrotta manualmente l'acquisizione con la pressione del tasto RUN/STOP.
La figura seguente mostra il profilo del Leq Short calcolato 2 volte al secondo e del Leq integrato ad intervalli pari a 20s su un tempo di misura di 1 minuto utilizzando la modalità multipla.

Il profilo del Leq Short è analogo a quello della figura precedente. Il profilo del Leq mostra come la modalità di integrazione multipla abbia suddiviso il tempo di misura in tre intervalli di durata pari a 20 secondi ciascuno isolando le tre fasi a rumore elevato. Dei markers evidenziano l'inizio di ciascun intervallo, cui corrisponde l'azzeramento del Leq. Si ottengono tre livelli equivalenti pari a circa 75dB, corrispondenti a ciascun intervallo.
Per selezionare la modalità di integrazione è sufficiente impostare l'apposito parametro (MENU >> Generale >> Misure >> Modo Integrazione) come *SING* per integrazione singola oppure *MULT* per integrazione multipla.

Per eseguire l'impostazione direttamente da tastiera, selezionare l'intervallo di integrazione con il tasto SELECT. Quando il valore numerico dell'intervallo di integrazione lampeggia, premere il tasto RIGHT per impostare la modalità di integrazione *multipla* o il tasto LEFT per impostare la modalità di integrazione *singola*. Quando la modalità di integrazione è multipla, l'indicazione Tint lampeggia.



INTEGRAZIONE SINGOLA

Quando la modalità di integrazione è **singola**, il fonometro, azzera i livelli integrati, per esempio il Leq, inizia a misurare i livelli sonori istantanei, per es. l'SPL, e calcola i livelli integrati (come il Leq, i livelli massimo e minimo oppure i livelli statistici), con continuità, fino all'istante di arresto dell'acquisizione.

Questa modalità fornisce, al termine della sessione di misure, i livelli integrati sull'intero periodo di acquisizione. Il parametro "MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di integrazione" consente di bloccare, allo scadere del tempo impostato, l'aggiornamento del display.

A questo punto è possibile memorizzare quanto visualizzato premendo *per almeno 2 secondi* il tasto REC e scegliendo l'opzione di memorizzazione manuale. E' inoltre possibile inviare all'uscita seriale quanto visualizzato premendo il tasto PRINT.

Mentre l'aggiornamento del display è bloccato su HOLD, il fonometro continua a misurare ed a calcolare i livelli sonori; premendo il tasto HOLD l'aggiornamento del display viene ripristinato. Se non si desidera proseguire oltre il tempo di integrazione impostato è sufficiente premere il tasto STOP per concludere l'acquisizione. Quando la modalità di integrazione è **singola** e viene attivata la registrazione continua dei livelli sonori, l'acquisizione viene bloccata automaticamente al raggiungimento del tempo di integrazione impostato.

Il tasto PAUSE/CONTINUE può essere utilizzato per sospendere temporaneamente il calcolo dei livelli integrati mentre i livelli istantanei continuano ad essere misurati. Durante una pausa e limitatamente ai livelli integrati visualizzati nella schermata SLM, è possibile eliminare gli ultimi secondi di integrazione utilizzando la "Funzione Cancellazione " descritta a pag. 17.

La funzione di monitor non viene influenzata dalle pause di acquisizione. La funzione di registrazione continua sospende la memorizzazione dei dati durante le pause di acquisizione e registra automaticamente un marker che indica la durata della pausa e l'eventuale utilizzo della funzione di cancellazione.

Il fonometro dispone di un ulteriore timer per l'acquisizione ad intervalli (Menu >> Generale >> Misure >> Intervallo di Rapporto). Con questo parametro è possibile suddividere il tempo di misura in intervalli di durata programmabile da 1 secondo ad un'ora e calcolare, per ciascun intervallo, un set di 5 livelli integrati a scelta tra Leq, livelli massimi e minimi, SEL e livelli statistici. E' possibile inoltre calcolare, per ciascun intervallo, lo spettro medio (AVR) sia per banda d'ottava che di terzo d'ottava e l'analisi statistica (Menu >> Registrazione >> Rapporto). Questi dati non sono direttamente visualizzabili ma sono memorizzabili attivando la registrazione continua. I livelli di rapporto si possono visualizzare caricando la registrazione dalla memoria del fonometro con il programma Navigatore, e selezionando la modalità Rapporto per il replay. L'acquisizione ad intervalli è attivabile solo con modalità di integrazione singola.

INTEGRAZIONE MULTIPLA

Quando la modalità di integrazione è multipla, il fonometro effettua automaticamente una sequenza continua di intervalli di acquisizione di durata corrispondente al tempo di integrazione impostato con il parametro "MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di integrazione". Ciascun intervallo di acquisizione è preceduto dall'azzeramento dei livelli integrati ed il simbolo "Tint" nella schermata SLM lampeggia.

Questa modalità di integrazione, in abbinamento alla funzione Auto-Store (MENU >> Generale >> Registrazione >> Auto-Store), consente di registrare, a cadenza pari al tempo di integrazione impostato, i parametri visualizzati nella modalità SLM assieme allo spettro sia per bande d'ottava che, con opzione, per bande di terzo d'ottava (vedi "LA FUNZIONE REGISTRAZIONE" a pag. 34). La memorizzazione automatica avviene al termine di ciascun intervallo di integrazione. Quando la funzione Auto-Store viene attivata, il simbolo *REC* lampeggia alternato all'indicatore dello stato di acquisizione del fonometro nell'angolo in alto a sinistra del display.

L'integrazione multipla esclude la possibilità di utilizzare il parametro Intervallo di Rapporto per la registrazione ad intervalli ed il trigger d'evento. L'analisi statistica viene azzerata, assieme agli altri livelli integrati, all'inizio di ciascun intervallo di integrazione.

Nella tabella seguente sono state riassunte le diverse modalità di misura e memorizzazione dell'HD2010UC/A.

Integrazione	Auto-Store	Misure	Registrazione continua	Registrazione singola
SINGOLA	**OFF**	Premere per iniziare. L'integrazione termina quando t=T.Int., entra in modo HOLD ed è possibile continuare premendo HOLD o fermarsi premendo	Premere + per iniziare. Stop automatico quando t = T.Int.	Premere per memorizzare quanto visualizzato.
	ON	Premere per iniziare. Stop automatico quando t = T.Int. con memorizzazione delle schermate SLM, OTTAVE e T.OTTAVE.	----	----
MULTIPLA	**OFF**	Premere per iniziare. L'integrazione dei livelli sonori avviene per intervalli di durata pari a T.Int. I livelli vengono azzerati all'inizio di ciascun intervallo.	Premere + per iniziare. Registrazione continua con marker LAST in coincidenza con la fine di ciascun intervallo di integrazione. Stop alla pressione del tasto .	Premere per memorizzare quanto visualizzato.
	ON	Premere per iniziare. L'integrazione dei livelli sonori avviene per intervalli di durata pari a T.Int. I livelli vengono azzerati all'inizio e memorizzati alla fine di ciascun intervallo.	----	----

LE FUNZIONI PRINT E MONITOR

Premendo e rilasciando subito il tasto **PRINT** è possibile inviare ad un PC oppure ad una stampante, attraverso l'interfaccia seriale, quanto visualizzato al momento della pressione del tasto, in formato ASCII. La stampante seriale può essere la HD40.1 (si veda a pag. 87).

Il trasferimento dei dati viene evidenziato sul display dello strumento dall'accensione di una lettera **P** al posto dell'indicatore di stato.

Se il tasto PRINT viene *mantenuto premuto* finché la lettera **M** (funzione *Monitor*) e l'indicatore dello stato di acquisizione lampeggiano alternativamente, la schermata visualizzata verrà inviata con continuità all'interfaccia seriale: per terminare l'operazione, premere nuovamente il tasto PRINT oppure il tasto STOP.

Il tipo di schermata inviata all'interfaccia seriale non cambia, dopo l'attivazione della funzione Monitor, anche se si preme il tasto MODE.

E' possibile selezionare la funzione PRINT anche partendo dallo stato di STOP. In questo caso la funzione si attiverà automaticamente non appena lo strumento entrerà in stato RUN.

Se lo strumento entra in modo PAUSE, la funzione rimane attiva ma i dati inviati saranno accompagnati dal simbolo P ad indicare lo stato di sospensione del calcolo dei parametri integrati.

La funzione Monitor è indipendente dall'eventuale registrazione di dati in memoria e può essere attivata simultaneamente.

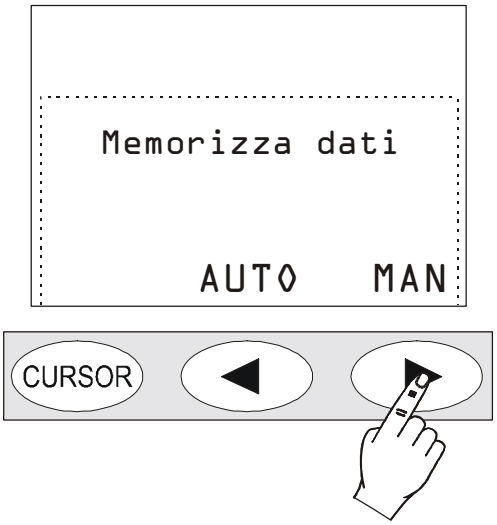
Vengono inviati una serie di valori ogni 0.5s.

LA FUNZIONE REGISTRAZIONE

Il tasto **REC** sovrintende alla funzione di memorizzazione dei dati nella memoria interna dello strumento.
Sono previste due modalità di registrazione: *singola (manuale od automatica)* e *continua.*

REGISTRAZIONE SINGOLA MANUALE ED AUTOMATICA

Quando il tasto REC viene premuto da solo *per almeno 2 secondi*, la schermata visualizzata viene salvata in memoria come **record singolo**. Prima di memorizzare la schermata attiva, al momento della pressione del tasto REC, sarà richiesta la conferma del titolo della registrazione che contiene data e numero d'ordine. Questa operazione è possibile nelle modalità di acquisizione RUN, HOLD, PAUSE e STOP. Quando si attiva la registrazione singola mentre lo strumento è in modalità STOP, viene dapprima richiesto di scegliere tra memorizzazione automatica o manuale.



Nel caso si scelga la registrazione *manuale* avverrà quanto appena descritto (registrazione di un record singolo).

Nel caso invece si scelga la modalità di registrazione *automatica* "AUTO", il fonometro viene predisposto per la registrazione di tipo Auto-Store. Il parametro "MENU >> Registrazione >> Misure>> Auto-Store" è attivato ed il simbolo REC lampeggia sovrapposto all'indicatore di stato.

Per eseguire la registrazione automatica è sufficiente premere il tasto START: non appena il tempo di misura raggiungerà il tempo di integrazione impostato, i parametri visualizzati nella schermata SLM e gli spettri per banda d'ottava e di terzo d'ottava (con l'opzione Terzi d'ottava), saranno automaticamente memorizzati.

Se la modalità di integrazione è *singola,* l'acquisizione verrà bloccata; se è *multipla*, inizierà automaticamente un nuovo ciclo di integrazione e memorizzazione, preceduto dall'azzeramento di tutti i parametri.

Per disabilitare la funzione Auto-Store e tornare in modalità di integrazione singola è sufficiente premere brevemente il tasto REC mentre lo strumento è in STOP.

La registrazione automatica è attivabile anche accedendo all'apposita voce di menu (MENU >> Registrazione >> Misure >> Auto-Store).

Nel caso la funzione Auto-Store venga attivata in modalità di integrazione singola, verranno memorizzati i parametri visualizzati nella modalità SLM assieme allo spettro sia per bande d'ottava

che, con opzione, per bande di terzo d'ottava, allo scadere del tempo di integrazione impostato. L'acquisizione verrà quindi bloccata automaticamente.

Quando il parametro "MENU >> Generale >> Misure >> Modo integrazione" è impostato in modalità MULT (il simbolo "Tint" nella schermata SLM lampeggia), l'acquisizione si ripete ad intervalli corrispondenti al tempo di integrazione impostato; ciascun intervallo è preceduto dall'azzeramento automatico dei livelli integrati (vedi il capitolo "DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE" a pag. 29).

Questa modalità di integrazione, in abbinamento alla funzione Auto-Store, consente di registrare, a cadenza pari al tempo di integrazione impostato, i parametri visualizzati nella modalità SLM assieme allo spettro sia per bande d'ottava che, con opzione, per bande di terzo d'ottava. Il tempo di integrazione (che corrisponde all'intervallo di memorizzazione) è programmabile dalla schermata SLM oppure utilizzando l'apposita voce di menu (MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di Integrazione).

REGISTRAZIONE CONTINUA

La pressione *contemporanea* dei tasti REC e START/STOP/RESET avvia la registrazione **continua** dei dati in memoria. Vengono memorizzati i 3 parametri della modalità SLM 2 volte al secondo ed il livello sonoro ponderato A con costante FAST 8 volte al secondo.

E' possibile fermare temporaneamente la registrazione premendo il tasto PAUSE/CONTINUE e riavviarla premendo lo stesso tasto. Non appena si ritorna allo stato RUN viene memorizzato uno speciale record contenente indicazioni circa l'eventuale cancellazione (vedi la "Funzione Cancellazione" nella modalità SLM a pag. 17) oltre a data ed ora.

Il tasto HOLD non ha alcuna influenza sulla registrazione dei dati.

Il tempo di integrazione, quando è attiva la modalità di *integrazione singola*, agisce come un timer che blocca automaticamente la memorizzazione non appena è trascorso il tempo impostato. Il tempo di integrazione è programmabile dalla schermata SLM oppure utilizzando l'apposita voce di menu (MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di Integrazione).

In modalità di *integrazione multipla*, la registrazione continua non viene bloccata allo scadere del tempo di integrazione: uno speciale marker ("Last") viene memorizzato assieme all'ultimo dato registrato prima dell'azzeramento dei livelli integrati che precede l'inizio di un nuovo intervallo di integrazione (vedi il capitolo "DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE" a pag. 29). Oltre ai parametri integrati, presenti nella schermata SLM, ed i livelli statistici, vengono azzerati anche gli spettri.

REGISTRAZIONE CONTINUA DEI GRUPPI RAPPORTO ED EVENTO

Eseguendo le misure con modalità di integrazione singola, è possibile registrare, assieme ai profili di livello sonoro, anche rapporti ed eventi. I parametri delle viste SLM e PROFILO fanno parte del gruppo denominato **Misure**. Simultaneamente alla registrazione del gruppo Misure, è possibile attivare la registrazione dei gruppi Rapporto ed Evento.
I gruppi Rapporto ed Evento sono composti dai seguenti parametri registrabili:

- 5 parametri integrati
- Spettri medi d'ottava e di terzo d'ottava (con l'opzione "Terzi d'ottava")
- Statistica

Il gruppo Rapporto viene registrato ad intervalli programmabili, mediante il parametro MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di Rapporto, da un minimo di 1s ad un massimo di 1 ora. I 5 parametri integrati, gli spettri e la statistica vengono azzerati automaticamente all'inizio di ogni intervallo di rapporto.
Tra i 5 parametri di rapporto è possibile inserire:

- Livelli massimi e minimi pesati FAST, SLOW e IMPULSE
- Livello di picco
- Livello equivalente
- SEL
- Livelli percentili predefiniti L1, L2, L3 ed L4

L'attivazione di un intervallo di rapporto è in alternativa all'utilizzo della modalità di integrazione multipla. E' possibile impostare l'intervallo di rapporto solamente in modalità di integrazione singola.

Il gruppo Evento viene registrato, per ogni evento identificato (vedi il paragrafo "FUNZIONE TRIGGER D'EVENTO" a pag. 27), al termine dell'evento stesso. I 5 parametri integrati, gli spettri e la statistica vengono azzerati automaticamente all'inizio e vengono integrati per tutta la durata dell'evento. Tra i 5 parametri di evento è possibile inserire:

- Livelli massimi e minimi pesati FAST, SLOW e IMPULSE
- Livello di picco
- Livello equivalente
- SEL

È possibile impostare la funzione di trigger d'evento solamente in modalità di integrazione singola. Non è pertanto possibile attivare la registrazione di eventi mentre è selezionata la modalità di integrazione multipla.

Quando viene attivata la registrazione del gruppo Misure assieme alla registrazione dei gruppi Eventi e Rapporti, la registrazione continua del gruppo Misure viene abilitata solo in corrispondenza degli eventi riconosciuti dal trigger d'evento. Questo permette un notevole risparmio di memoria, minimizzando la perdita di informazioni: durante gli eventi si ha la massima quantità di informazioni memorizzate mentre, fuori dagli eventi sonori, la registrazione dei livelli avviene comunque con ridotta risoluzione temporale, come definito dal parametro MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di Rapporto.
La Fig. 12 mostra il flusso di registrazione composta dai gruppi Misure e Rapporto.

L'intervallo di memorizzazione del gruppo Misure è pari a 2 registrazioni al secondo.
Nell'esempio in figura vengono memorizzati anche gruppi Rapporto con un Intervallo di Rapporto pari a 10s.

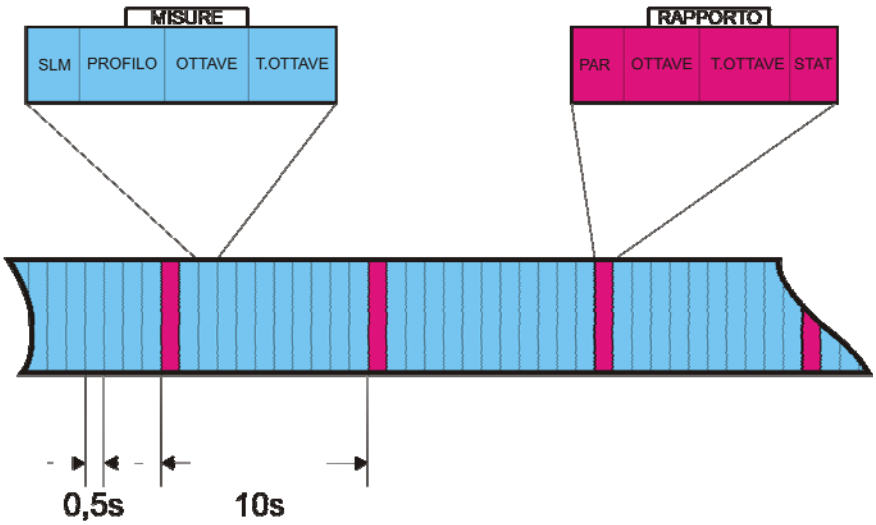


Fig. 12

Quando la funzione trigger riconosce un evento, identificato dal superamento della soglia di attivazione, oppure dalla pressione del tasto ENTER, viene registrato un marker tempo.

Analogamente, quando le condizioni di fine evento vengono identificate, in corrispondenza del superamento della soglia di disattivazione oppure del rilascio del tasto ENTER, e comunque dopo che è trascorso il ritardo di stop impostato, viene registrato un ulteriore marker tempo. Dopo il marker tempo, in chiusura d'evento, viene memorizzato il record contenente i dati del gruppo Evento.

Quando viene scelto, come sorgente per il trigger d'evento, il livello sonoro della vista PROFILO (Menu >> Trigger >> Sorgente: LEV), saranno memorizzati i dati di evento solo quando il superamento della soglia di attivazione (Menu >> Trigger >> Soglia Trigger) ha superato la durata minima impostata (Menu >> Trigger >> Durata Minima).

La figura seguente mostra il flusso di registrazione composto dai gruppi Misure, Rapporto ed Evento. La memorizzazione del gruppo Misure è abilitata solo durante l'evento; fuori dall'evento si hanno solo registrazioni di rapporti. Nell'esempio della figura viene registrato un rapporto ogni 10s.

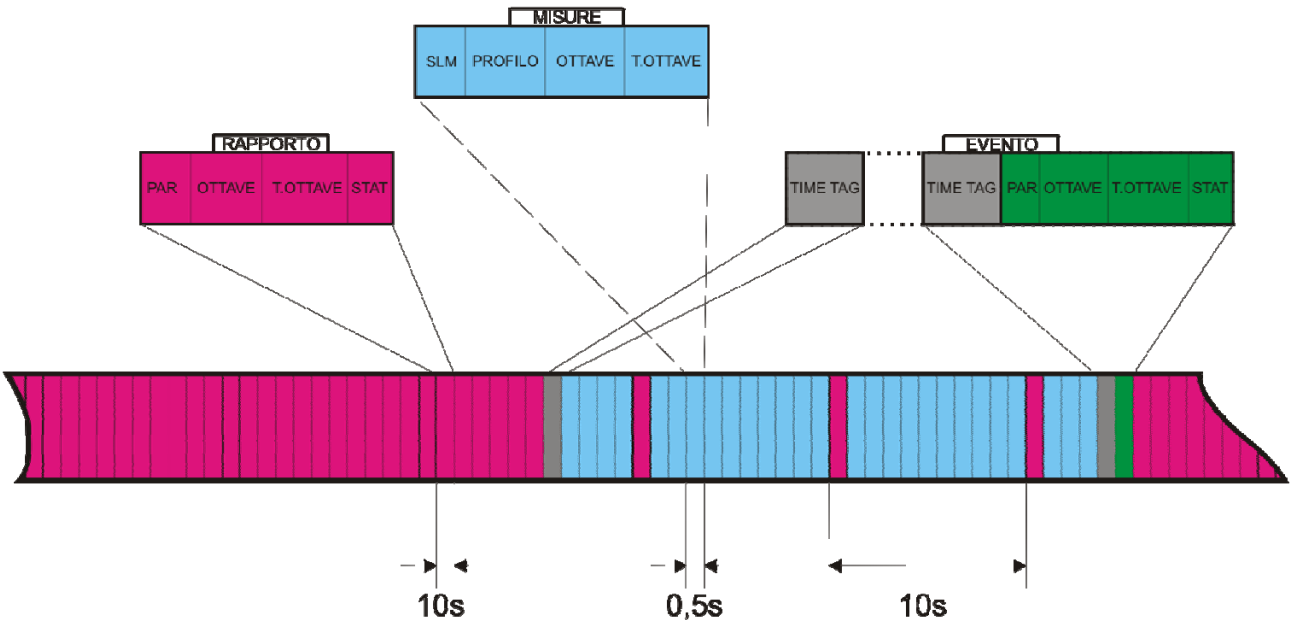


Fig. 13 - Flusso di registrazione con Misure, Rapporti ed Eventi

Se la soglia di attivazione viene superata per un tempo inferiore alla durata minima impostata, non sarà memorizzato il record contenente i dati del gruppo Evento.

Timer per acquisizione ritardata

E' disponibile un timer per attivare l'acquisizione dati con un ritardo programmabile fino a 99 ore. Per effettuare una acquisizione con partenza ritardata, è necessario anzitutto impostare i parametri di registrazione e quindi programmare il **timer di acquisizione ritardata** mediante il parametro Menu >> Sequenziatore >> Timer.

Dopo aver programmato il fonometro, è sufficiente premere insieme i tasti **REC** e **RUN** (come per iniziare una misura con registrazione): confermare premendo il tasto "SI". Lo strumento entrerà in stand-by spegnendosi (si veda la fig. Fig. 14).

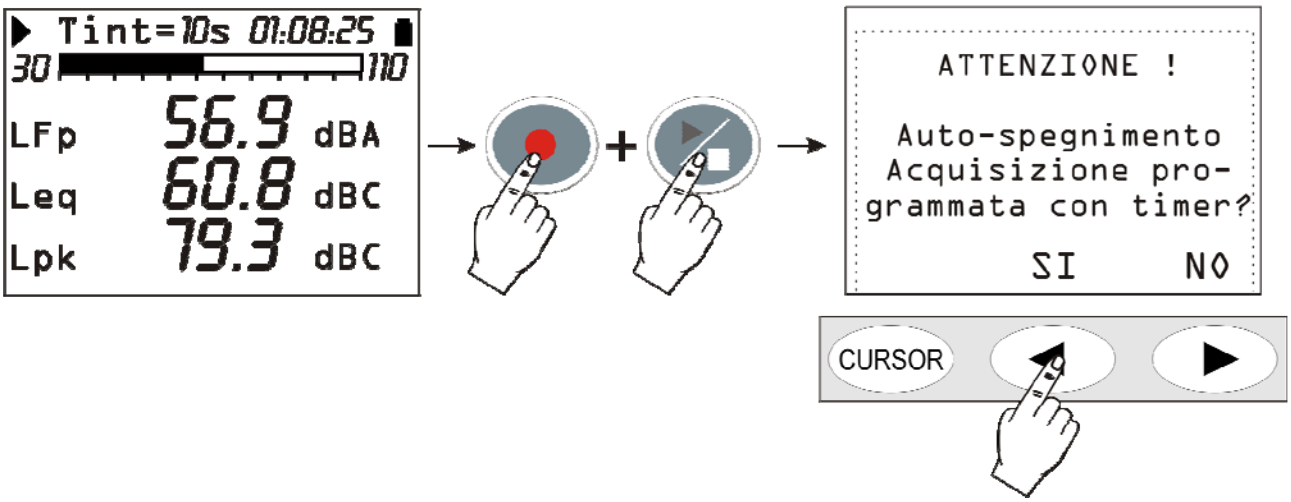


Fig. 14 - Schermata di avviso dell'acquisizione automatica con timer

La riaccensione avverrà allo scadere del tempo impostato, con circa 1 minuto di anticipo, per permettere allo strumento di superare il tempo di riscaldamento prima di iniziare automaticamente l'acquisizione. Durante questo minuto di attesa, la scritta "TIMER" lampeggia, ad indicare che la funzione di acquisizione automatica è stata attivata.

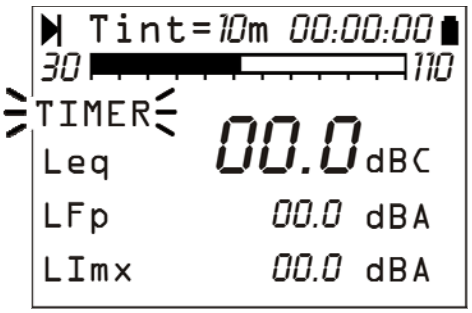


Fig. 15 - Attesa per lo start dal timer

L'acquisizione terminerà allo **scadere del tempo di integrazione impostato** (Tint) e lo strumento si spegnerà automaticamente dopo avere disabilitato il timer.

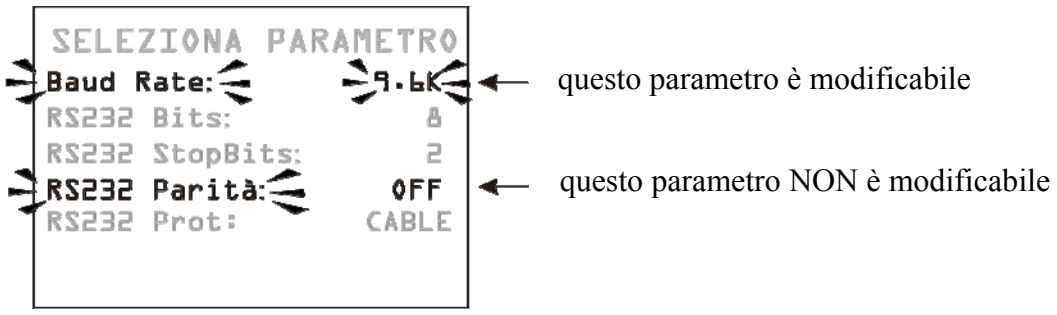
DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI DEL MENU

Il menu raccoglie l'insieme delle funzioni mediante le quali vengono impostati i parametri per il funzionamento dello strumento.
L'accesso al menu è permesso anche con strumento in fase di misura mentre la modifica di un parametro richiede che lo strumento sia in fase di stop. In caso contrario, appare un messaggio che richiede di fermare la misura corrente: "ATTENZIONE! Terminare la misura per continuare".

Premendo SI, è possibile procedere con la modifica del parametro selezionato.

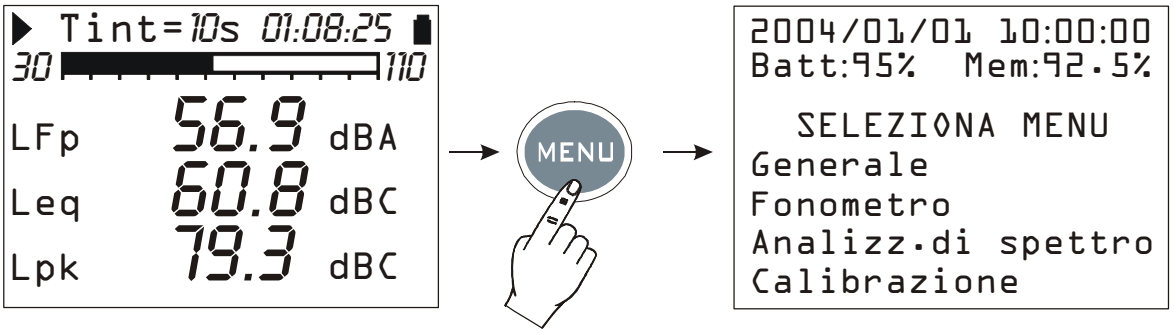
Alcuni dei parametri elencati a menu sono modificabili anche direttamente dalle schermate di misura: si veda il capitolo dedicato alle diverse modalità di visualizzazione da pag. 12.

Il menu è strutturato in più livelli: con categorie principali e sottomenu. Per selezionare una voce di menu, ci si sposta con le frecce UP e DOWN: la voce selezionata diventa lampeggiante. Se il parametro posto sulla destra di una voce di menu non lampeggia, significa che quella voce di menu non può essere modificata.



Si accede al sottomenu selezionato o si modifica il parametro selezionato con il tasto SELECT.
Il parametro selezionato lampeggiante può essere modificato con le frecce UP e DOWN: per la conferma del nuovo valore, premere il tasto ENTER, mentre per annullare le modifiche effettuate basta premere il tasto MENU.

Per uscire da un menu e ritornare al livello superiore fino a tornare alla schermata di misura, utilizzare il tasto MENU.



Entrando nei menu, viene visualizzata la data e l'ora corrente e, nella riga successiva, la carica residua delle batterie e la quantità di memoria disponibile.
La voce "SELEZIONA MENU" diventa "SELEZIONA SUB-MENU" quando ci si trova all'interno di un sottomenu.
I puntini alla fine di un elenco indicano che vi sono altre voci di seguito a quelle visibili: per visualizzarle premere il tasto freccia DOWN.

GENERALE

Il menu Generale raccoglie tutti i dati relativi all'identificazione dello strumento, alcuni parametri generali dello strumento, le impostazioni degli ingressi e delle uscite ed i parametri globali di acquisizione. È composto da quattro sottomenu che sono di seguito descritti.

IDENTIFICAZIONE

Raccoglie le informazioni che identificano lo strumento ed il microfono. Sono tutte voci non modificabili dall'utente.

- **Strumento**: sigla dello strumento.
- **Matricola**: numero di serie dello strumento.
- **Versione**: versione del firmware attuale installata sullo strumento.
- **Microfono**: il modello di microfono per campo libero in dotazione è l'UC52.
- **Matr. Mic.**: numero di serie del microfono.
- **Risposta Mic.**: tipo di risposta del microfono. FF sta per Free Field (campo libero), DF per Diffused Field (campo diffuso).
- **Classe IEC61672**: classe di tolleranza secondo IEC61672:2002.
- **Memoria**: quantità di memoria presente sullo strumento.
- **Opzioni**: opzioni del firmware.
- **Dinamica Estesa**: Off.

SISTEMA

Consente l'impostazione di alcuni parametri di sistema.

- **Ora**: ora corrente.
- **Data**: data corrente espressa come anno/mese/giorno.
- **Contrasto Display**: permette di regolare il contrasto del display. Al variare della temperatura ambiente, il contrasto del display subisce una piccola variazione: questa può essere corretta

inserendo un valore più alto per aumentare il contrasto od un valore più basso per diminuirlo. Il valore è impostabile fra 3 (minimo) e 9 (massimo).

- **Auto-Spegnimento**: lo strumento dispone della funzione che lo disattiva automaticamente dopo 5 minuti se si trova in STOP e, in questo intervallo di tempo, non viene premuto alcun tasto. Prima di spegnersi viene emessa una serie di beep di avvertimento: premere un tasto per evitare lo spegnimento dello strumento. La funzione è attiva se questa voce di menu è "ON". Se si imposta Auto-Spegnimento = OFF, lo strumento non si spegne automaticamente. **In questo caso il simbolo di batteria lampeggia anche con le batterie cariche.**

INPUT/OUTPUT

Sottomenu per la scelta dei parametri relativi agli ingressi ed alle uscite dello strumento.

- **Baud Rate**: questo parametro ed i successivi definiscono le proprietà della connessione seriale. I valori di Baud Rate selezionabili vanno da un minimo di 300 ad un massimo di 230400 baud. Un valore più alto indica una comunicazione più veloce per cui conviene, in assenza di altre controindicazioni, selezionare il valore più alto possibile per velocizzare al massimo il trasferimento dei dati. Se lo strumento è connesso ad una stampante con ingresso seriale RS232 o con convertitore seriale/parallelo, va impostato il valore fornito dal costruttore della stampante.

ATTENZIONE: quando viene utilizzata l'interfaccia seriale, la comunicazione tra strumento e computer (o dispositivo con ingresso seriale) funziona solo se il Baud Rate dello strumento e quello del PC (o del dispositivo) sono uguali. Questa nota va tenuta in particolare conto se si usano programmi per il trasferimento dati che richiedono la configurazione manuale dei parametri della porta seriale quali, per es. HyperTerminal. Il programma NoiseStudio abbinato all'HD2010UC/A, imposta automaticamente la porta seriale per cui non è richiesto alcun intervento da parte dell'operatore.

- RS232 Bits: *(parametro non modificabile)* numero di bit che compongono il dato trasmesso, il valore è 8.
- RS232 Stop Bits: *(parametro non modificabile)* bit di stop, il valore è 2.
- RS232 Parità: *(parametro non modificabile)* bit di parità, il valore è nessuna (OFF).
- Disp. Seriale: identifica il dispositivo collegato.
  Le possibilità di connessione sono:
  - PRINTER: connessione di una stampante con ingresso RS232
  - RS232: connessione ad un personal computer dotato di porta RS232 (COM fisica)
  - MODEM: connessione ad un modem con ingresso RS232 (consultare il paragrafo "Connessione ad un modem" a pagina 86)
  - USB: connessione ad un personal computer mediante porta USB (consultare il paragrafo "CONNESSIONE AD UN PC CON INTERFACCIA USB" a pagina 88).
  - MC: connessione al modulo opzionale di registrazione su memory card HD2010MC (vedi il capitolo dedicato a pag.91)

MISURE

Sotto la voce *Misure* sono raccolti i parametri generali di acquisizione.

- **Guadagno di Ingresso**: con Guadagno = 0 il limite superiore del campo di misura è pari a 140dB ed all'aumentare del guadagno d'ingresso diminuisce corrispondentemente il massimo livello misurabile (vedi pag.94). Selezionare il guadagno appropriato in funzione del livello di rumore da misurare.
- **Campionamento Veloce**: intervallo di integrazione utilizzato per la misura del tempo di riverbero.

- **Intervallo di Integrazione**: raggiunto questo tempo, lo strumento entra automaticamente in HOLD bloccando l'aggiornamento del display. È impostabile da un minimo di 1s ad un massimo di 99 ore. Se viene attivata la registrazione il tempo di integrazione agisce come un timer che blocca automaticamente l'acquisizione al termine dell'intervallo impostato. Se viene impostato a 0s il timer viene disattivato e l'integrazione diventa continua.
- **Intervallo di Rapporto**: i parametri di rapporto vengono integrati ad intervalli corrispondenti al tempo impostato. All'inizio di ciascun intervallo, i parametri vengono azzerati automaticamente. E' possibile impostare intervalli di rapporto pari a: 1, 2, 5, 10, 20 e 30 secondi, 1, 2, 5, 10, 20, 30 minuti ed 1 ora. L'impostazione di un intervallo di rapporto richiede che la modalità di integrazione sia singola (vedi parametro "Modo integrazione").
- **Cancellazione Massima**: intervallo massimo di cancellazione dei dati acquisiti nella modalità SLM. I valori disponibili sono: 5s, 10s, 30s e 60s: l'intervallo di cancellazione è impostabile rispettivamente con passi di 1s, 2s, 5s o 10s. Si veda la descrizione del funzionamento a pag.17.
- **Fattore di Scambio**: è utilizzato insieme con "Soglia DOSE" e " Criterion DOSE" nel calcolo della DOSE. Rappresenta la variazione del livello di pressione sonora che corrisponde ad un raddoppio o ad un dimezzamento della durata massima dell'esposizione a parità di Criterion (indicato come " Criterion DOSE"). Il suo valore può essere pari a 3dB, 4dB o 5dB.
- **Soglia DOSE**: è il livello di rumore al di sotto del quale la DOSE non viene aumentata. Il valore può essere impostato nell'intervallo 0dB÷140dB, a passi di 1dB.
- **Criterion DOSE**: è il livello di rumore che fornisce, dopo 8 ore di esposizione, una DOSE pari al 100%. Il valore può essere impostato nell'intervallo 60dB÷140dB, a passi di 1dB.
- **Livello di Sovraccarico**: se il livello sonoro supera per più di 1dB il limite superiore del campo misure, impostato in base al guadagno d'ingresso selezionato, l'indicazione di sovraccarico (Δ e Λ) appare sul display. L'indicazione può essere attivata anche a livelli di ingresso inferiori programmando questo parametro da un minimo di 20dB ad un massimo di 200dB a passi di 1dB. Il livello indicato definisce la soglia di sovraccarico quando il guadagno di ingresso è pari a 0dB (Guadagno di Ingresso). La soglia di sovraccarico scala automaticamente con il guadagno di ingresso.
- **Modo integrazione**: lo strumento prevede due modalità di integrazione: la prima singola (SING) ed la seconda multipla (MULT). Per una descrizione delle due modalità, consultare il capitolo "LA DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE" a pag.29. La modalità di integrazione multipla richiede l'impostazione di un Intervallo di Integrazione non nullo e disattiva l'Intervallo di Rapporto ed il trigger d'evento.
- **Livello Percentile 1, 2, 3 e 4**: nell'analisi statistica di eventi rumorosi, i livelli percentili L_N sono definiti come i livelli di rumore che sono stati superati per la percentuale N di tempo nell'intervallo di misura totale. Per es. L_1 rappresenta il livello di rumore che è stato superato per l'1% del tempo di misura. La presente voce e le tre successive definiscono 4 livelli percentili selezionabili tra 1% e 99% a passi di 1%. Le corrispondenti variabili sono indicate nella visualizzazione SLM come L1, L2, L3 ed L4, accompagnate dalla relativa percentuale.

FONOMETRO

Il menu Fonometro raccoglie tutti i parametri relativi alla modalità di visualizzazione SLM. Queste stesse voci possono essere modificate direttamente nella rispettiva schermata come descritto a pag.16 al paragrafo "Selezione dei parametri".
Le prime tre voci del menu, da Par.1 a Par.3 definiscono i tre parametri di misura, con le rispettive ponderazioni di frequenza, relativi alla modalità di visualizzazione SLM.
E' possibile modificare la ponderazione temporale dei parametri di misura, quando selezionati, premendo il tasto RIGHT. Quando la ponderazione temporale lampeggia, è possibile modificarla con le frecce UP e DOWN.

L'elenco dei parametri impostabili è riportato in appendice A1 a pag.123.

ANALIZZATORE DI SPETTRO

Il menu Analizzatore di Spettro raccoglie i parametri specifici relativi alle modalità di visualizzazione degli spettri. Queste stesse voci possono essere modificate direttamente nelle rispettive schermate.

- **Ponderazione ausiliaria**: la ponderazione in frequenza del canale a banda larga associato allo spettro e visualizzato con una barra verticale posta alla destra dello spettro. Sono disponibili le ponderazioni A, C e Z.
- **Ponderazione Spettro**: lo spettro può essere non ponderato (Z) oppure ponderato C o A. (lo-spettro memorizzato è sempre in LIN)
- **Display Ottave:** abilita (ON) o disabilita (OFF) la visualizzazione dello spettro per bande d'ottava.
- **Display T. Ottave:** abilita (ON) o disabilita (OFF) la visualizzazione dello spettro per bande di terzo d'ottava (richiede l'opzione "Terzi d'ottava").

ANALIZZATORE STATISTICO

Il menu *Analizzatore Statistico* raccoglie i parametri specifici relativi alle modalità di visualizzazione dei grafici statistici. Queste stesse voci possono essere modificate direttamente nelle rispettive schermate.

- **Param.**: il parametro utilizzato per i calcoli statistici a scelta tra L_{Fp}, Leq ed L_{pk} con ponderazioni A, C e Z (solo C e Z per L_{pk}). La frequenza di campionamento è pari ad 8 campioni/s (solo 2 campioni/s per L_{pk}).
- **Largh. Classe**: l'analisi statistica viene effettuata per classi da 0.5dB.
- **Display Stat.**: abilita (ON) o disabilita (OFF) la visualizzazione della distribuzione di probabilità e del grafico dei livelli percentili.

TRIGGER

Il menu *Trigger* raccoglie i parametri specifici relativi al trigger d'evento.

- **Sorgente**: la sorgente del trigger può essere scelta tra il livello della vista profilo (LEV) oppure la pressione del tasto ENTER (MAN).
- **Soglia Trigger**: la soglia di attivazione, per il trigger sul livello della vista profilo (LEV), è programmabile a passi di 1dB.
- **Soglia Fondo**: una soglia di disattivazione, distinta da quella di attivazione, per il trigger sul livello della vista profilo (LEV), è programmabile a passi di 1dB.
- **Polarità Trigger:** è possibile scegliere, per il trigger sul livello della vista profilo (LEV), livelli crescenti (POS) oppure livelli decrescenti (NEG). Per il trigger su livelli crescenti, la Soglia Trigger sarà maggiore della Soglia Fondo mentre al contrario, per il trigger su livelli decrescenti la Soglia Trigger sarà minore della Soglia Fondo.
- **Durata Minima:** è disponibile un filtro di durata per eliminare falsi trigger. Viene attivato il riconoscimento di un evento solo se la condizione di trigger permane per un numero di secondi almeno pari a questo parametro. Viene utilizzato solo se il parametro Sorgente è impostato su LEV.
- **Ritardo Stop:** quando le condizioni di trigger non sono più presenti, l'evento termina dopo che sono trascorsi un numero di secondi pari a questo parametro.
- **Stampa:** è possibile attivare la stampa attraverso l'interfaccia seriale di una stringa di avviso (TAG) in coincidenza di ciascun evento.

REGISTRAZIONE

Nel menu *Registrazione* si trovano i parametri relativi alla memorizzazione dei dati misurati. Raccoglie le impostazioni relative alla registrazione dei livelli sonori misurati in ciascuna schermata, dei parametri di rapporto e di quelli d'evento. In assenza di parametri abilitati per la memorizzazione (tutte le voci OFF), lo strumento avviserà l'utente dell'impossibilità di effettuare registrazioni.

I parametri di registrazione sono suddivisi in tre sotto-menu: Misure, Rapporto ed Evento.

MISURE

In questo menu viene definita la memorizzazione continua dei profili di livello sonoro con la modalità descritta al paragrafo "LA FUNZIONE REGISTRAZIONE" a pag.34.

- **Auto-Store**: attiva la modalità di registrazione automatica delle schermate SLM, OTTAVE e TERZI D'OTTAVA come descritto al paragrafo "LA FUNZIONE REGISTRAZIONE" a pag. 34. L'attivazione di questa funzione comporta la disattivazione dell'Intervallo di Rapporto e del trigger d'evento.
- **SLM + PROFILO**: attiva la registrazione continua dei parametri delle schermate SLM e PROFILO.

Attivando la funzione *Auto-Store*, la schermata SLM e gli spettri vengono memorizzati automaticamente allo scadere del tempo di integrazione impostato. Quando questa funzione è attivata con modalità di integrazione multipla, la memorizzazione si ripete automaticamente ad intervalli pari al tempo di integrazione impostato. Il tempo di integrazione è programmabile dalla schermata SLM oppure utilizzando l'apposita voce di menu (MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di Integrazione). L'attivazione di questa modalità di registrazione viene segnalata con il simbolo REC lampeggiante sovrapposto all'indicatore di stato. La registrazione inizia premendo il tasto RUN. Per disabilitare la funzione Auto-Store premere brevemente il tasto REC.

RAPPORTO

In questo menu viene definita la memorizzazione dei rapporti con la modalità descritta al paragrafo "REGISTRAZIONE CONTINUA DEI GRUPPI RAPPORTO ED EVENTO".
Come per le misure, ciascuna voce può essere abilitata singolarmente. Per evitare di occupare inutilmente spazio di memoria si consiglia di abilitare solo le voci che interessano e disabilitare le altre, impostandole su OFF. L'intervallo di integrazione, e quindi di registrazione, dei rapporti è programmabile utilizzando l'apposita voce di menu (MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di Rapporto).

- **Par.1 – Par.5**: definiscono cinque parametri integrati, con le rispettive ponderazioni di frequenza.
- **Parametri**: attiva la memorizzazione dei 5 parametri Par.1 – Par.5 precedentemente definiti.
- **Spettro Ott**.: attiva la memorizzazione dello spettro medio (AVR) per banda d'ottava.
- **Spettro T.Ott**.: attiva la memorizzazione dello spettro medio (AVR) per banda di terzo d'ottava (richiede l'opzione "Terzi d'ottava").
- **Statistica**: attiva la memorizzazione della statistica

EVENTO

In questo menu viene definita la memorizzazione dei rapporti d'evento con la modalità descritta al paragrafo "REGISTRAZIONE CONTINUA DEI GRUPPI RAPPORTO ED EVENTO".

Come per le misure, ciascuna voce può essere abilitata singolarmente. Per evitare di occupare inutilmente spazio di memoria si consiglia di abilitare solo le voci che interessano e disabilitare le altre, impostandole su OFF.

- **Par. 1 Par.** 5:definiscono cinque parametri integrati d'evento, con le rispettive ponderazioni di frequenza.
- **Parametri**: attiva la memorizzazione dei 5 parametri Par. 1 Par. 5 precedentemente definiti.
- **Spettro Ott**.: attiva la memorizzazione dello spettro medio (AVR) per banda d'ottava.
- **Spettro T.Ott**.: attiva la memorizzazione dello spettro medio (AVR) per banda di terzo d'ottava (richiede l'opzione "Terzi d'ottava").
- **Statistica**: attiva la memorizzazione della statistica d'evento

CALIBRAZIONE

- **Livello Calibratore**: il livello sonoro del calibratore impiegato per la messa in punto del fonometro. I valori ammessi variano da 90.0dB a 130.0dB con una risoluzione di 0.1dB.
- **Risposta Microfono**: consente di selezionare il tipo di risposta in frequenza del microfono in funzione del campo acustico. Con il microfono UC52, che ha una risposta in frequenza ottimizzata per il "campo libero", l'impostazione normale è "Free Field" (FF), cioè appunto "campo libero". E' possibile attivare la correzione per incidenza casuale impostando il parametro su "Random Incidence" (RI). Questa impostazione è necessaria per effettuare rilievi in conformità alle normative ANSI. La correzione per incidenza casuale non è disponibile per l'HD2010UC/A classe 2.
  Quando si usa l'unità per esterni HD WME, l'impostazione per la misura del rumore proveniente dal traffico aereo è FF mentre l'impostazione per la misura del rumore proveniente dal suolo è RI.
- **Correzione schermo**: consente di correggere la risposta in frequenza del fonometro quando viene usato lo schermo antivento HD SAV, fornito in dotazione con il fonometro, oppure il kit di protezione per esterni HD WME. Quando questo parametro è impostato su SAV o WME la risposta in frequenza del fonometro viene corretta rispettivamente per la presenza dello schermo antivento o della protezione per esterni. La correzione per lo schermo antivento non è disponibile per l'HD2010UC/A classe 2. Per i dettagli sulla correzione da applicare, si veda il manuale del microfono UC52.

SEQUENZIATORE

- **Timer**: ritardo di acquisizione programmabile in secondi, minuti oppure ore fino ad un massimo di 99 ore (consultare il paragrafo "*Timer per acquisizione ritardata*" a pag. 38).

PROGRAMMI

Sotto la voce PROGRAMMI (tasto **PROG**) sono raccolte queste funzioni:

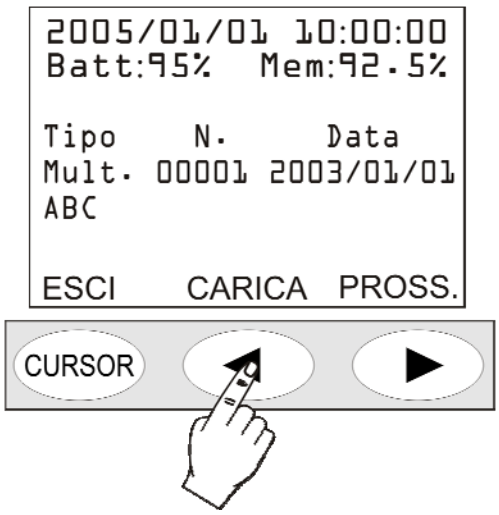
- visualizzazione dei dati memorizzati (*NAVIGATORE*),
- calibrazione elettrica ed acustica (*CALIBRAZIONE ELETTRICA* e *CALIBRAZIONE ACUSTICA*),
- test diagnostico dello strumento (*CHECK DIAGNOSTICO*),
- misura del tempo di riverbero (*TEMPO DI RIVERBERO*) (programma opzionale).
- Scarico dati su MC: questo programma permette di copiare le misure registrate nel fonometro nella scheda di memoria esterna (si veda il capitolo sul lettore di MC a pag. 91).

I singoli programmi vengono descritti in dettaglio nelle pagine seguenti.

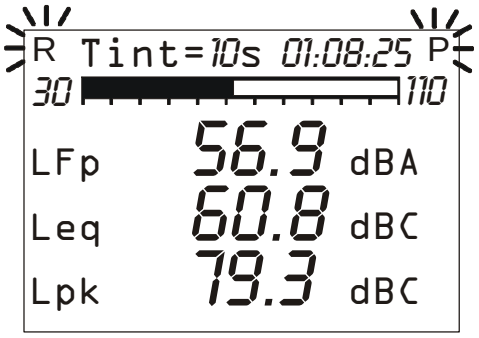
NAVIGATORE

Questo programma permette di accedere ai dati memorizzati nella memoria interna allo strumento, rivederli sul display e stamparli, senza doverli necessariamente scaricare nel PC. Funziona sia con le singole memorizzazioni (singola sessione) che con le registrazioni multicanale (sessioni multiple). Vi si accede dai programmi: tasto PROG >> Navigatore >> tasto SELECT. Appare la schermata seguente:

Premendo il tasto CANC si cancella il contenuto di tutta la memoria dello strumento. Prima della cancellazione, viene richiesta conferma.
Con il tasto CERCA si accede alla prima sessione di dati in memoria.



Per ogni file sono indicati: il tipo di file (se singolo, multiplo, automatico o riverbero), il numero progressivo assegnato dallo strumento al momento della memorizzazione e la data. Per passare al file successivo premere il tasto PROSS., per caricare il file corrente premere CARICA.
Premendo CARICA, lo strumento torna in visualizzazione standard ed i simboli di STOP e di batteria si alternano alle lettere R (Replay) e P (Programma).



I file registrati possono essere di quattro tipi:

- Sing. schermata singola in registrazione manuale
- Auto schermate SLM, OTTAVE e TERZI D'OTTAVA (se è presente l'opzione) in registrazione automatica
- Mult. schermate multiple in registrazione continua
- RT misure di riverbero (con l'opzione "Tempo di Riverbero")

File di tipo "Auto"
Per vedere la sessione di dati, premere il tasto START: verranno presentate le schermate della sessione di misura così come sono state acquisite. Durante il replay è possibile cambiare la modalità di visualizzazione passando da una schermata all'altra, fermare e riavviare la riproduzione con il tasto PAUSE/CONTINUE o concluderla con il tasto STOP.
Al termine lo strumento si riporta in stato di STOP. In qualsiasi momento è possibile inviare all'interfaccia seriale una singola schermata.
Mentre il replay si trova in fase di pausa, è possibile visualizzare il prossimo dato premendo il tasto START. Se si mantiene premuto il tasto START in fase di pausa, il replay avviene in modalità accelerata.

File di tipo "Mult."

Per vedere la sessione di dati, premere il tasto START: se non sono stati registrati rapporti e/o eventi, verranno presentate le schermate della sessione di misura, come avviene con i file di tipo "Auto". Se, oltre alle misure, sono stati memorizzati rapporti e/o eventi, comparirà una schermata intermedia che permetterà di scegliere se visualizzare le misure, i rapporti o gli eventi (consultare il paragrafo "REGISTRAZIONE CONTINUA DEI GRUPPI RAPPORTO ED EVENTO" a pag. 36).

Quando si effettua il replay dei rapporti o degli eventi, nella vista SLM vengono visualizzati i parametri di rapporto o di evento rispettivamente. Quando si visualizzano gli eventi, questi vengono visualizzati uno alla volta con l'inserimento automatico di una pausa tra un evento ed il successivo; durante la pausa il tasto START permette di caricare i dati dell'evento successivo ed il tasto PAUSE di riprendere il replay.

Il replay delle misure abbinate alla registrazione di eventi, attiva automaticamente delle pause all'inizio ed al termine di ciascun trigger d'evento. Queste pause sono in corrispondenza dei marcatori di tempo che vengono registrati sia quando il trigger identifica l'evento che al termine dello stesso quando vengono salvati i dati relativi.

Se la registrazione contiene misure, rapporti ed eventi, le misure non vengono registrate con continuità ma solamente in coincidenza degli eventi sonori rilevati (consultare FUNZIONE TRIGGER D'EVENTO a pag. 27).

La disattivazione della registrazione delle misure fuori evento, in abbinamento con la registrazione di rapporti ed eventi, permette di tenere due velocità di registrazione, una lenta ed una veloce, abbinate ai rapporti ed alle misure rispettivamente. Solamente durante gli eventi viene utilizzata la massima risoluzione temporale di registrazione attivando la memorizzazione dei parametri del gruppo Misure (consultare il paragrafo "REGISTRAZIONE CONTINUA DEI GRUPPI RAPPORTO ED EVENTO" a pag. 36) mentre, per le altre parti dell'acquisizione, vengono memorizzati solo i parametri del gruppo Rapporto con una risoluzione temporale inferiore.

Quando viene attiva la registrazione simultanea di misure, rapporti ed eventi ed il trigger d'evento utilizza il livello sonoro della vista Profilo come sorgente (Menu >> Trigger >> Sorgente: LEV), la registrazione delle misure ha inizio non appena il livello sonoro supera la soglia di attivazione (Menu >> Trigger >> Soglia Trigger) senza aspettare che venga rispettato il tempo di durata minima impostato (Menu >> Trigger >> Durata Minima). La registrazione delle misure si interrompe quando è trascorso il ritardo di stop (Menu >> Trigger >> Ritardo Stop) dopo che il livello ha superato la soglia di disattivazione (Menu >> Trigger >> Soglia Fondo).

File di tipo "Sing." ed "RT"

I dati relativi vengono caricati e visualizzati automaticamente. I file di tipo "RT" richiedono qualche secondo per l'elaborazione dei dati necessaria per la visualizzazione.

Dopo aver esaminato le misure di un file, premendo **PROG** si torna al menu del Navigatore: premere CARICA per ricaricare la sessione corrente, PROSS. per visualizzare le proprietà della sessione successiva o ESCI per uscire.

Giunti alla fine dell'elenco di file salvati appare il messaggio "Fine dello scarico". Premendo RIAVVOLGI si ritorna al primo file dell'elenco.

CALIBRAZIONE

La calibrazione viene effettuata periodicamente allo scopo di assicurare la validità delle misure eseguite dal fonometro e di tenere sotto controllo le eventuali derive a lungo termine della catena di misura costituita dall'insieme microfono-preamplificatore-strumento.

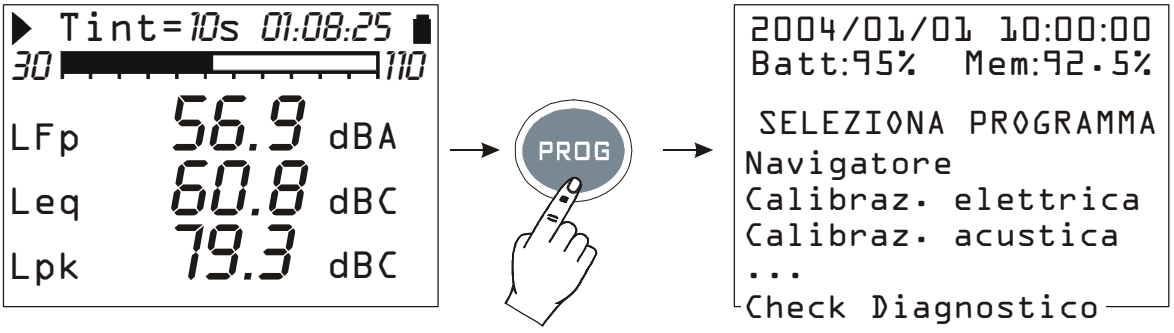
Il fonometro HD2010UC/A memorizza in un'area riservata tutti i parametri caratteristici della calibrazione con la data e l'ora. Le tipologie di calibrazione possibili sono:

- *Calibrazione acustica* per mezzo di un generatore di livello sonoro ad 1kHz come l'HD2020
- *Calibrazione elettrica* (Capacitive Transducer Calibration) con possibilità di mettere in punto la catena di misura del fonometro, incluso il microfono, utilizzando il generatore di segnale incorporato.

La calibrazione è necessaria ogni volta che il livello del calibratore, misurato con il fonometro, si discosta dal valore nominale più di 0.5dB.

La calibrazione acustica include quella elettrica e, prima di effettuarla, è bene accertarsi che l'ambiente in cui si opera sia idoneo: assenza di rumori improvvisi, assenza di vibrazioni del piano d'appoggio, stabilità termica dello strumento. **La calibrazione elettrica consente una rapida verifica dei parametri elettrici della catena di misura.** La procedura di calibrazione include la verifica della polarizzazione del microfono.

I vari programmi di calibrazione si trovano nel menu "PROGRAMMI" al quale si accede con il tasto **PROG**.



Con le frecce UP e DOWN si seleziona la calibrazione da effettuare:

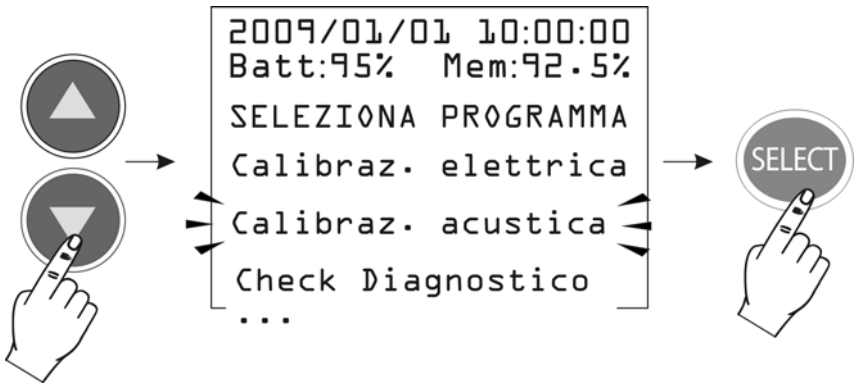
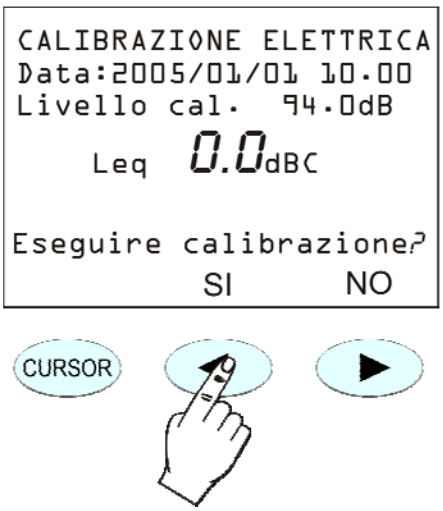


Fig. 16

la schermata della calibrazione appare alla pressione del tasto SELECT.



Nella schermata compaiono la data e l'ora dell'ultima calibrazione ed il livello sonoro del calibratore così com'è impostato a menu (MENU >> Calibrazione >> Livello Calibratore). Se si risponde affermativamente alla richiesta di procedere, viene avviato il programma di calibrazione scelto.

Le procedure di calibrazione vengono eseguite in modalità del tutto automatica ed eventuali interventi da parte dell'operatore vengono richiesti con istruzioni che via via appaiono sul display.
Al termine dell'esecuzione viene presentato sul display il risultato della calibrazione che può essere confermato o meno. **La conferma comporta la memorizzazione della nuova calibrazione.**

Al fine di mantenere la massima precisione di misura possibile, anche con lo schermo antivento montato, è possibile, accedendo alla voce del menu CALIBRAZIONE >> Correzione Schermo, applicare una correzione alla risposta in frequenza del fonometro tale da compensare gli effetti dello schermo HD SAV fornito in dotazione. Tutti i parametri di misura con ponderazione a banda larga oppure a banda percentuale costante, d'ottava o di terzo d'ottava, vengono così automaticamente corretti.

Oltre alla correzione per lo schermo antivento è possibile attivare la correzione per il campo acustico.
Con il microfono UC52, che ha una risposta in frequenza ottimizzata per il "campo libero", quando la correzione è impostata su "Free Field" (FF), cioè appunto "campo libero" non viene applicata alcuna correzione. E' possibile attivare la correzione per incidenza casuale impostando la correzione su "Random Incidence" (RI). Questa impostazione è necessaria per effettuare rilievi in conformità alle normative ANSI (si veda il parametro del menu CALIBRAZIONE >> Risposta Microfono).

Il fonometro HD2010UC/A è adatto per misure sul campo in un intervallo di temperatura da **-10°C a +50°C**, in un intervallo di pressione statica da **65kPa a 108kPa** ed in un intervallo di umidità relativa dal **25% al 90%**. Anche senza considerare il contributo dello strumento, il microfono stesso presenta già dei coefficienti di deriva della sensibilità acustica per temperatura e pressione statica che comportano una deriva della sensibilità del complesso microfono-preamplificatore-strumento, anche se entro i limiti specificati dalla nuova norma IEC 61672:2002.

TARATURA PERIODICA

La taratura periodica del fonometro HD2010UC/A serve ad assicurarne la riferibilità ai campioni di laboratorio e viene effettuata in laboratori appositamente accreditati.
Il fonometro HD2010UC/A viene tarato dal Laboratorio di Acustica della Delta Ohm Srl prima di essere consegnato all'utente.

La taratura "di fabbrica", che viene sempre effettuata a strumento nuovo e ad ogni taratura periodica (almeno ogni due anni), include il rilievo della risposta acustica in pressione del complesso microfono-preamplificatore-strumento, che viene memorizzata nella memoria permanente del fonometro, insieme alla sensibilità acustica del microfono. Simultaneamente alla risposta acustica in pressione viene eseguita anche una Capacitive Transducer Calibration (calibrazione elettrica del fonometro che include il microfono) che sarà utilizzata quale riferimento per le calibrazioni eseguite dall'utente.

Quando viene effettuata una taratura periodica del fonometro in fabbrica, vengono memorizzate le costanti di calibrazione, come riferimento per successive comparazioni. A scopo di confronto o per ripristinare lo strumento dopo una calibrazione errata, è possibile caricare la calibrazione di fabbrica. Questa operazione interviene anche su diversi parametri dello strumento e li riporta al loro valore di default; se vi sono dati in memoria, questi saranno cancellati.

Per effettuare il reset, seguire questa procedura:

- Scaricare eventuali dati presenti in memoria
- Assicurarsi che l'acquisizione sia in fase STOP
- Rimuovere l'alimentatore esterno, se collegato
- Rimuovere una delle batterie: lo strumento ovviamente si spegnerà.
- Attendere alcuni minuti: questa operazione assicura la scarica di tutti i circuiti interni del fonometro.
- Inserire la batteria mancante **mantenendo premuto il tasto ENTER.**
- Lo strumento si accenderà automaticamente e mostrerà una schermata di avviso dell'avvenuto caricamento dei parametri di fabbrica
- Dopo la conferma (premendo AVANTI), è necessario, per memorizzare le costanti di calibrazione, eseguire una calibrazione acustica. In mancanza di questa operazione, oppure in caso la calibrazione acustica dia esito negativo, i dati di calibrazione di fabbrica saranno, alla successiva riaccensione, sostituiti da quelli memorizzati nell'ultima calibrazione eseguita con successo.

Per le prove periodiche è possibile utilizzare segnali elettrici forniti da un generatore collegato al preamplificatore del fonometro HD2010UC/A per mezzo di un adattatore capacitivo che sostituisce il microfono. L'adattatore capacitivo specifico per il tipo di microfono in dotazione allo strumento è un accessorio fornibile da Delta Ohm S.r.l. E' possibile utilizzare altri modelli di adattatori capacitivi purché la capacità equivalente del dispositivo sia compresa tra 15 pF e 33 pF

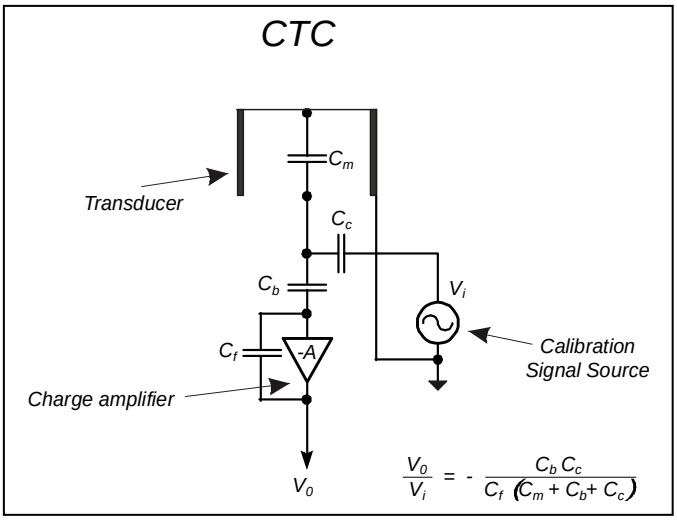
Prima di effettuare le prove elettriche o acustiche è necessario disabilitare le correzioni spettrali del fonometro impostando i seguenti parametri:

- Menu >> Calibrazione >> Risposta Microfono >> FF
- Menu >> Calibrazione >> Correzione Schermo >> OFF

La verifica della risposta in frequenza si effettua in pressione in un accoppiatore chiuso, come quello del calibratore multifrequenza B&K 4226. Per maggiori informazioni sulle correzioni da applicare alla risposta in frequenza si vede il manuale del microfono UC52.

CALIBRAZIONE ELETTRICA

La calibrazione elettrica, che utilizza la partizione della carica iniettata all'ingresso del preamplificatore microfonico in configurazione "amplificatore di carica" (Capacitive Transducer Calibration), anche se **non può sostituire completamente la calibrazione acustica**, fornisce comunque un valido mezzo per tenere sotto controllo le derive dello strumento, incluso il microfono. La figura a lato illustra lo schema di principio della tecnica CTC che consiste nell'invio di un segnale elettrico al preamplificatore attraverso un condensatore ad alta stabilità in modo che il segnale in uscita dipenda non solo dall'amplificazione ma anche dalla capacità del microfono. Molti dei malfunzionamenti del microfono si riflettono in una deriva della capacità che è individuabile con questa tecnica di calibrazione.



La calibrazione elettrica usa, come riferimento, il risultato dell'ultima calibrazione acustica e, in base a questa, corregge eventuali derive dello strumento. La calibrazione elettrica rimette in punto la risposta acustica del complesso microfono-fonometro sia per i canali a larga banda che su quelli a larghezza di banda percentuale costante. In caso si notino continue derive dello strumento è bene eseguire una calibrazione acustica, per assicurarsi che non vi siano problemi nella catena di misura.

Procedura operativa

Accendere il fonometro, eventualmente terminare la misura in corso premendo il tasto STOP, ed eseguire la procedura seguente:

1. Premere il tasto PROG e con la freccia DOWN selezionare la voce "Calibrazione Elettrica".
2. Avviare la funzione premendo il tasto SELECT.
3. Viene applicato il generatore di segnale interno ed il segnale in uscita viene confrontato con quello rilevato nell'ultima calibrazione acustica.
   Il valore che appare nella schermata iniziale (51.3dBC nell'esempio che segue), prima di avviare la calibrazione con il tasto SI, è il valore misurato dal microfono al momento della pressione del tasto PROG e non è in relazione con la calibrazione in corso.

4. Premere il tasto SI per procedere oppure NO per uscire.

5. Premendo SI viene avviata la calibrazione: attendere il completamento della procedura.
6. Al termine apparirà il risultato della calibrazione e la richiesta di conferma della nuova calibrazione:

7. Premere SI (tasto LEFT del tastierino) per confermare oppure NO (tasto RIGHT del tastierino) per rifiutare la calibrazione appena conclusa. Al termine lo strumento ritorna alla schermata SLM in modalità STOP.

La stabilizzazione su un valore molto distante da quello di riferimento, evidenziato da un ΔLeq superiore a qualche decimo, è sintomo che una delle componenti della catena microfono-preamplificatore-strumento ha subito una consistente deriva e se tale differenza supera il limite massimo accettabile dallo strumento la calibrazione fallirà. In questo caso consultare la “Guida alla risoluzione dei problemi” (a pagina 114), ed eventualmente contattare l’assistenza.

CALIBRAZIONE ACUSTICA

Per mantenere la sensibilità acustica del complesso microfono-fonometro stabile nel tempo e nelle diverse condizioni d'uso, si utilizza una sorgente sonora di riferimento che genera un tono puro ad una determinata frequenza con livello di pressione noto e stabile nel tempo. Per questa funzione si utilizzano calibratori acustici in classe 1 o classe 2 conformi alla norma IEC 60942 compatibili con la capsula microfonica UC52. Per il fonometro HD2010UC/A sono disponibili i modelli di classe 1 HD2020 ed HD9101 oppure il modello HD9102 per la versione di classe 2.

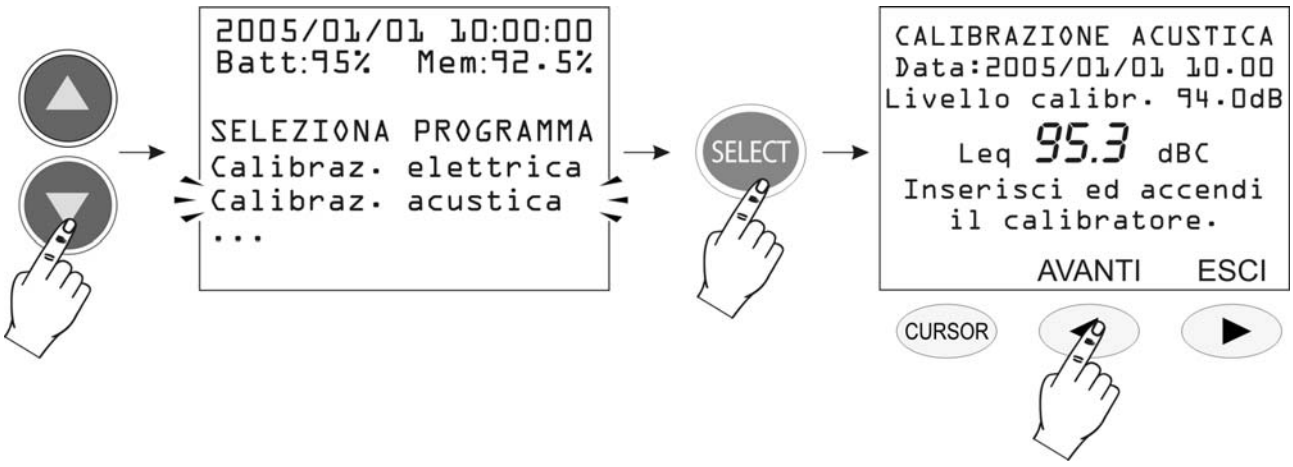
La verifica che il livello di riferimento sonoro, fornito dal calibratore acustico, sia correttamente misurato dal fonometro (la differenza tra il livello sonoro misurato dal fonometro ed il livello nominale del calibratore deve essere inferiore a 0.5dB) va di norma effettuata prima e dopo una serie di misure, per assicurarsi della correttezza dei valori rilevati. Quando la differenza tra il livello sonoro del calibratore rilevato con il fonometro ed il valore nominale supera 0.5dB, è necessario eseguire una nuova calibrazione acustica.

Attenzione: per evitare di danneggiare il fonometro, è importante, durante la taratura, seguire le istruzioni riportate a display dello strumento e le indicazioni fornite nel presente manuale.

Procedura operativa

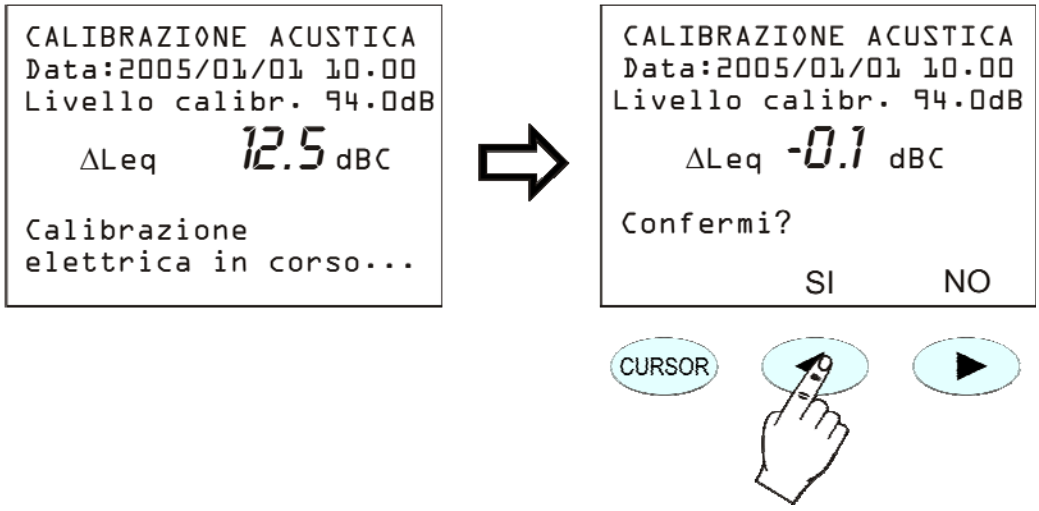
Accendere il fonometro, eventualmente terminare la misura in corso premendo il tasto STOP, ed eseguire la procedura seguente. Il programma effettuerà automaticamente un controllo che il tempo di preriscaldamento sia stato ultimato, rimanendo eventualmente in attesa.

1. Premere il tasto PROG e con la freccia DOWN selezionare la voce "Calibrazione acustica". Avviare la taratura premendo il tasto SELECT:

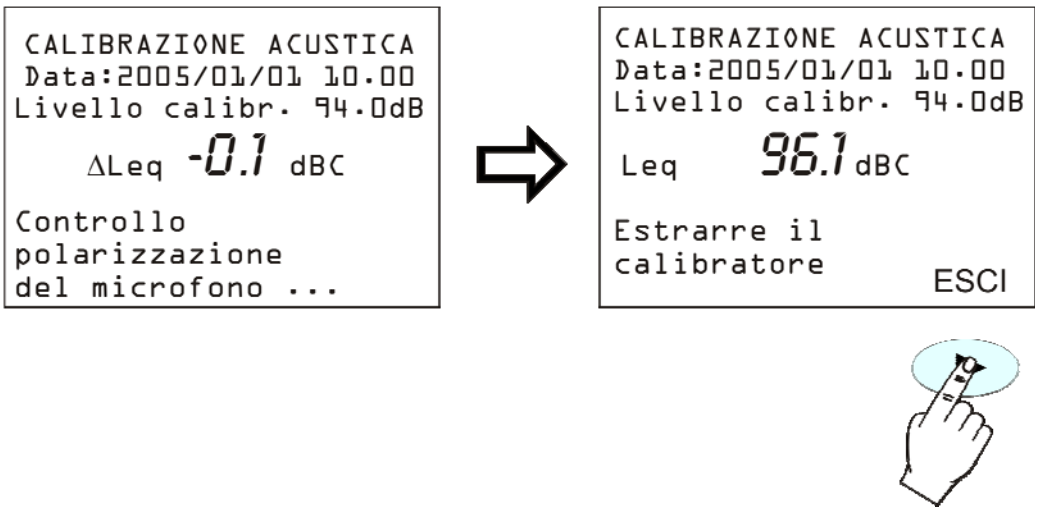


2. La prima schermata riporta la data dell'ultima calibrazione (Data:…) e, nella riga successiva, il livello sonoro del calibratore da usare nella calibrazione in corso (questo valore può essere modificato, prima di avviare il programma di calibrazione, alla voce "Livello Calibratore" del MENU: si veda a pag.45). Inserire delicatamente il microfono nella cavità del calibratore e quindi accenderlo.
3. Selezionare sul calibratore il livello sonoro riportato nella schermata del fonometro (94dB è il valore di riferimento) e quindi premere il tasto AVANTI per procedere.
4. A questo punto lo strumento misura il livello sonoro applicato ed attende che si sia stabilizzato: il livello misurato viene proposto a display. In questa fase sul display appare l'indicazione "Attendi la stabilizzazione…".
   Quando il livello sonoro si è stabilizzato, il valore rilevato viene confrontato con quello di riferimento e se la differenza risulta accettabile viene acquisito. In questo caso compare il messaggio **Spegnere il calibratore** e premere il tasto AVANTI per proseguire.

5. Di seguito alla calibrazione acustica viene avviata automaticamente la **calibrazione elettrica**. Questa parte della procedura genera i dati di riferimento per le calibrazioni elettriche successive.



6. Al termine, se i valori della calibrazione elettrica risultano accettabili viene richiesto di confermare la nuova calibrazione premendo SI (freccia LEFT del tastierino); a questo punto è possibile annullare tutta la calibrazione premendo NO (freccia RIGHT del tastierino).
7. Per concludere viene verificata la polarizzazione del microfono. Attendere finché appare la scritta "Estrarre il preamplificatore dal calibratore".



8. Estrarre il preamplificatore dal calibratore e premere ESCI.
9. La procedura è terminata.

Nel caso venissero rilevate costanti di calibrazione incompatibili con un corretto funzionamento dello strumento la calibrazione fallirebbe con il messaggio “Calibrazione fallita! Consultare il manuale”. Consultare in questo caso la “Guida alla risoluzione dei problemi” (a pagina 114), ed eventualmente contattare l’assistenza.

SOSTITUZIONE DEL MICROFONO

Il fonometro HD2010UC/A viene tarato in fabbrica in abbinamento al microfono. Se la sensibilità della capsula microfonica si discosta troppo dai livelli tarati in fabbrica il fonometro non permette di effettuare calibrazioni acustiche ritenendo evidentemente che il microfono possa essere danneggiato.

La calibrazione acustica può pertanto fallire anche se la capsula viene sostituita o per riparazione oppure perché si desidera utilizzare una capsula con caratteristiche diverse da quella in dotazione.

Quando si desidera cambiare la capsula microfonica è necessario utilizzare la procedura guidata del programma NoiseStudio alla voce “Gestione strumento >> Nuovo microfono”. La procedura, che richiede l’uso di un calibratore acustico tarato, è descritta in dettaglio nell’Help in linea del software NoiseStudio.

CHECK DIAGNOSTICO

È un programma che verifica una serie di parametri elettrici critici dello strumento. Vengono controllati nell'ordine: le tensioni di alimentazione, la polarizzazione del microfono, la sua sensibilità ed il tipo di preamplificatore. Al termine della procedura, in caso di fallimento, viene riportata una tabella con i risultati del test. Se necessario si consulti la “Guida alla risoluzione dei problemi” (a pagina 114), ed eventualmente si contatti l’assistenza.

MISURA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE

Il programma "Tempo di Riverbero" è disponibile come opzione sui fonometri HD2010UC/A. La misura del tempo di riverberazione richiede l'utilizzo di: una sorgente sonora, un microfono omnidirezionale ed un apparato di misura in grado di registrare il decadimento sonoro nell'ambiente in esame. Le norme di riferimento per la misura del tempo di riverberazione sono la UNI EN ISO 3382 del 2008 e la ISO 354 del 1985.

Le applicazioni sono la determinazione dei parametri acustici di ambienti di ascolto della musica, teatri ed auditori e la determinazione delle caratteristiche acustiche di ambienti di vita come abitazioni, scuole, ecc.

STRUMENTAZIONE E CONDIZIONI DI MISURA

La norma UNI EN ISO 3382-2: *"Misurazione dei parametri acustici degli ambienti. Parte 2: Tempo di riverberazione negli ambienti ordinari."* è stata aggiornata nel 2008. Questa norma pone dei criteri ed impone delle scelte sulla strumentazione da utilizzare e sulle condizioni di misura, con lo scopo di renderne quanto più possibile ripetibili e confrontabili i risultati.

Per quanto riguarda la sorgente sonora, essa deve soddisfare precisi requisiti per quanto concerne l'omnidirezionalità dell'emissione ed il rapporto segnale/rumore in tutte le bande acustiche di interesse, tipicamente nelle ottave da 125Hz a 4kHz (o terzi d'ottave da 100Hz a 5KHz).
L'omnidirezionalità deve essere molto curata: le massime deviazioni accettabili, come media ogni 30° attorno alla sorgente, sono le seguenti:

Frequenza [Hz]	**125**	**250**	**500**	**1000**	**2000**	**4000**
Deviazione Max [dB]	±1	±1	±1	±3	±5	±6

Per valutare il minimo livello sonoro della sorgente per banda d'ottava bisogna considerare che per effettuare la misura del tempo di riverbero è sufficiente analizzare un decadimento pari ad almeno 20dB a partire da 5dB sotto il livello stazionario. Stimando che il rumore di fondo nell'ambiente, per non influire significativamente, debba essere almeno 10dB sotto il livello minimo, considerato nel decadimento, **il livello sonoro emesso dalla sorgente deve superare di almeno 30dB il rumore di fondo in ciascuna banda d'ottava**.

Gli altoparlanti normali non sono di norma adatti all'impiego come sorgenti per la misura del tempo di riverbero, a causa della direzionalità dell'emissione. Si ricorre solitamente a sorgenti specifiche, costituite da una serie di dodici altoparlanti posti sulle facce di un dodecaedro.

Per la scelta del microfono è importante valutare la *direzionalità* e la caratteristica di *risposta in frequenza*. I microfoni da ½" con caratteristica di risposta in pressione sono la migliore scelta; in alternativa è possibile utilizzare un microfono ottimizzato per il campo diffuso, oppure per il campo libero con correttore di incidenza casuale.

Posizione di misura

La posizione di misura è importante in quanto i risultati delle misure dipendono dalla posizione sia della sorgente che del microfono. E' quindi fondamentale considerare un numero di posizioni, sia della sorgente che del microfono, adeguate a descrivere l'ambiente in esame. La posizione della sorgente terrà conto degli effettivi punti in cui si verrà a trovare la fonte del suono a seconda della specifica o più consueta destinazione d'uso dell'ambiente. Tipicamente si considerano un numero minimo di due o tre posizioni della sorgente escludendo il caso di una piccola sala conferenze dove può essere sufficiente considerare la sola posizione tipica dell'oratore. L'altezza da terra è normalmente pari a 1.5m.

Per ciascuna posizione della sorgente devono essere analizzate diverse posizioni per il microfono considerando l'effettiva distribuzione degli ascoltatori. La distanza tra loro dei punti misura deve essere almeno pari a 2m e devono distare almeno 1m da pareti o superfici riflettenti. L'altezza media da terra (considerando che l'ascoltatore è normalmente seduto) sarà pari a 1.2m. La distanza minima dalla sorgente deve essere pari a:

$$d_{\min} \approx 2\sqrt{\frac{V}{cT}}$$

dove **V** è il volume dell'ambiente in m^3, **c** è la velocità del suono (343 m/s a temperatura ambiente) e **T** è un valore stimato del tempo di riverbero. Normalmente come distanza minima non si scende sotto i 3 metri.

L'apparato di analisi può essere ridotto al minimo utilizzando un semplice registratore di livello in grado di garantire la minima risoluzione temporale necessaria ad effettuare la misura del decadimento. Per il livello sonoro da registrare, la ISO 3382 considera due possibili tipi di misure: *il campionamento del livello sonoro pesato esponenzialmente e l'integrazione lineare*. Nel caso si misuri il livello sonoro pesato esponenzialmente è necessario che il tempo di media esponenziale sia minore ed il più possibile vicino a T/30 dove T è il tempo di riverberazione.

Per quanto riguarda la sequenza di integrazioni lineari, il tempo di ciascun integrale deve essere minore di T/12. Non vi sono vantaggi apprezzabili nel diminuire il tempo di integrazione lineare al di sotto di questo valore. L'HD2010UC/A effettua un'integrazione lineare del livello sonoro ad intervalli corrispondenti ad 1/32s ed è pertanto in grado di misurare il tempo di riverberazione secondo la ISO 3382 a partire da un tempo di riverberazione pari a 0.375s.

L'apparato di misura deve stimare il tempo di riverbero misurando la pendenza della curva di decadimento su un tratto di almeno 20dB e stimando quindi il tempo necessario ad un decadimento pari a 60dB, secondo la definizione del tempo di riverberazione. Naturalmente con questo tipo di apparato è necessario ripetere la registrazione e la misura oltre che per tutte le posizioni di sorgente e microfono anche per tutte le bande di frequenza, d'ottava o di terzo d'ottava.

Utilizzando un moderno analizzatore come l'HD2010UC/A è possibile effettuare l'analisi in parallelo per tutte le bande; questa analisi prende il nome di *analisi multispettro* in quanto viene effettuata una analisi spettrale ad intervalli regolari.

Stime del tempo di riverbero T_{10}, T_{20} e T_{30}

La misura del tempo di riverbero analizzando un decadimento pari a 60dB non è solitamente possibile a causa dell'insufficiente rapporto segnale/rumore della sorgente. Il tempo di riverberazione è solitamente *stimato* a partire dalla misura del tempo di decadimento su un tratto limitato pari a 20dB o 30dB a partire da 5dB sotto il livello stazionario. Queste stime del tempo di riverberazione vengono indicate come $T_{60}(20)$ (oppure $\mathbf{T_{20}}$) e $T_{60}(30)$ (oppure $\mathbf{T_{30}}$).

In pratica si effettua l'interpolazione lineare con il metodo dei minimi quadrati sul tratto di decadimento che parte dal punto inferiore di 5dB rispetto al livello stazionario e termina, ad esempio, 35dB sotto tale livello. La pendenza della retta fornisce il tasso di decadimento in dB/s da cui è possibile estrapolare il tempo di riverberazione.

MISURA CON RUMORE STAZIONARIO

Per effettuare la misura del tempo di riverbero con la tecnica dell'interruzione della sorgente sonora si utilizzerà una sorgente omnidirezionale (tipicamente un dodecaedro) alimentata da un segnale a larga banda che copra lo spettro audio di interesse per la misura.

Il segnale a larga banda emesso dalla sorgente è normalmente di due tipi: **bianco** o **rosa**. Il rumore emesso si definisce "**bianco**" quando la densità spettrale è costante su tutto lo spettro audio. Si definisce rumore "**rosa**" quando la densità spettrale è inversamente proporzionale alla frequenza. Analizzando per bande a larghezza percentuale costante d'ottava o di terzo d'ottava una sorgente di rumore bianco si rileverà un aumento del livello sonoro all'aumentare della frequenza pari a 3dB per ciascuna ottava. Nel caso invece della sorgente di rumore rosa il livello sonoro, analizzato per bande a larghezza percentuale costante si manterrà costante al variare della frequenza.

L'analisi può essere effettuata sequenzialmente banda per banda oppure in parallelo per tutte le bande. Per l'analisi sequenziale è possibile avvalersi di una sorgente già filtrata in modo da emettere energia solo nella banda di interesse, con un sensibile miglioramento del rapporto segnale/rumore. Nel caso dell'analisi in parallelo, acquisendo cioè il decadimento contemporaneamente in tutte le bande di misura, la sorgente sarà di norma una sorgente di rumore rosa in grado di superare di almeno 30dB il rumore di fondo in tutte le bande di interesse, almeno da 10 Hz fino a 5 kHz.

Per effettuare la misura occorre dapprima generare un regime sonoro stazionario mantenendo la sorgente accesa a volume costante per un tempo almeno pari ad un quinto del tempo di riverbero. *Oltre a campionare il livello costante raggiunto nell'ambiente ed un tratto almeno pari a 20dB di decadimento è necessario campionare il rumore di fondo per documentare le condizioni di misura.*

La tecnica di misura con la sorgente interrotta, a causa della natura casuale del segnale di eccitazione, presenta una rilevante variabilità nella misura soprattutto alle basse frequenze e necessita pertanto di operazioni di media per diminuire le irregolarità nella curva di decadimento e per migliorare l'accuratezza della misura della pendenza. Il numero minimo di misure per punto secondo la norma è pari a 3.

Secondo la ISO 5725, la ripetibilità della misura del tempo di riverbero in funzione del numero N di medie effettuate risulta pari a:

$$r_{30} = \frac{200}{\sqrt{BNT_{30}}}; r_{20} = \frac{370}{\sqrt{BNT_{20}}}$$

rispettivamente per $\mathbf{T_{30}}$ e $\mathbf{T_{20}}$ dove r è espresso in percentuale e **B** è la larghezza di banda del filtro utilizzato, pari a $0.71f_c$ e $0.23f_c$ rispettivamente per filtri con larghezza di banda pari ad un'ottava ed un terzo d'ottava. Oltre a calcolare il tempo di riverberazione T_{30} oppure T_{20} ***è necessario analizzare visivamente la curva di decadimento per rendersi conto della possibile presenza di anomalie nel decadimento e di eventuali doppie pendenze***. Occorre tenere presente che se il coefficiente di correlazione lineare calcolato con il metodo dei minimi quadrati sul tratto interpolato, risulta inferiore a 0.95, non è possibile (secondo ISO 3382) considerare valida la misura e quindi non può essere definito il tempo di riverberazione. In taluni casi è possibile misurare due diverse pendenze, una per il tratto iniziale della curva di decadimento ed una per il tratto finale.

Secondo la ISO 3382 il rapporto segnale/rumore deve essere almeno pari a 45dB e 35dB rispettivamente per le misure di T_{30} e di T_{20}.

MISURA CON RUMORE IMPULSIVO

La ISO 3382 contempla la possibilità di calcolare il tempo di riverberazione dalla risposta all'impulso dell'ambiente in esame, utilizzando una tecnica numerica sviluppata da Schroeder. Questa tecnica consente, a partire dalla misura della risposta all'impulso dell'ambiente, di ottenere la curva di decadimento che si sarebbe misurata con la tecnica del rumore stazionario. Anzi, ciascuna curva di decadimento, ottenuta con questa tecnica corrisponde alla media di un infinito numero di decadimenti sonori ottenuti con la tecnica del rumore stazionario, come provato da Schroeder e come viene recepito dalla ISO 3382 che considera la ripetibilità di una singola misura con la tecnica della risposta all'impulso pari a quella associata alla media di 10 misure effettuate con la sorgente di rumore stazionario.

La risposta all'impulso si può ottenere con vari metodi, non necessariamente utilizzando una sorgente di natura impulsiva. Consideriamo solamente l'esempio della sorgente impulsiva come una pistola a salve oppure lo scoppio di un palloncino in quanto sono le più comunemente utilizzate anche se, non sempre, sono utilizzabili o vantaggiose.

Dall'idea che la sorgente impulsiva produca un impulso ideale, il segnale rilevato sarà direttamente la risposta all'impulso dell'ambiente. Questo approccio è radicalmente diverso da quello della sorgente di rumore stazionario in quanto *non si raggiungono condizioni stazionarie e quindi la risposta è fortemente dipendente sia dalla posizione della sorgente che da quella del microfono*. I tempi di riverberazione misurati direttamente dal decadimento della risposta all'impulso sono leggermente inferiori a quelli prodotti dal decadimento del rumore stazionario e non coincidono con la definizione di Sabine.

Integrale di Schroeder

Schroeder ha dimostrato (1965) che il decadimento definito da Sabine si può ottenere dalla risposta all'impulso attraverso un integrale della risposta stessa. Tale integrale deve essere effettuato, sul quadrato della risposta all'impulso, all'indietro a partire dalla fine del decadimento fino all'istante in cui è stato ricevuto l'impulso.

Particolare attenzione deve essere dedicata alla scelta del tempo di inizio dell'integrazione. Infatti scegliendo un tempo troppo lungo, cioè superiore all'intervallo di decadimento del livello sonoro, si otterrà una curva di decadimento integrata che presenterà una doppia pendenza fittizia causata dall'integrazione del rumore di fondo. Scegliendo invece un tempo di inizio troppo vicino all'istante di ricezione dell'impulso si ridurrà inutilmente la dinamica di misura. La scelta ideale è un giusto compromesso tra la necessità di massimizzare la dinamica del decadimento e quella di diminuire il più possibile l'effetto del rumore di fondo.

Per questo motivo, la misura del rumore di fondo riveste particolare importanza nel caso si utilizzi la tecnica della sorgente impulsiva, e va effettuata con la massima cura, per evitare di falsare completamente la misura del tempo di riverberazione.

Il fonometro HD2010UC/A è in grado di effettuare automaticamente l'integrazione all'indietro di Schroeder applicando avanzate tecniche numeriche di rimozione degli effetti indesiderati prodotti dal rumore di fondo.

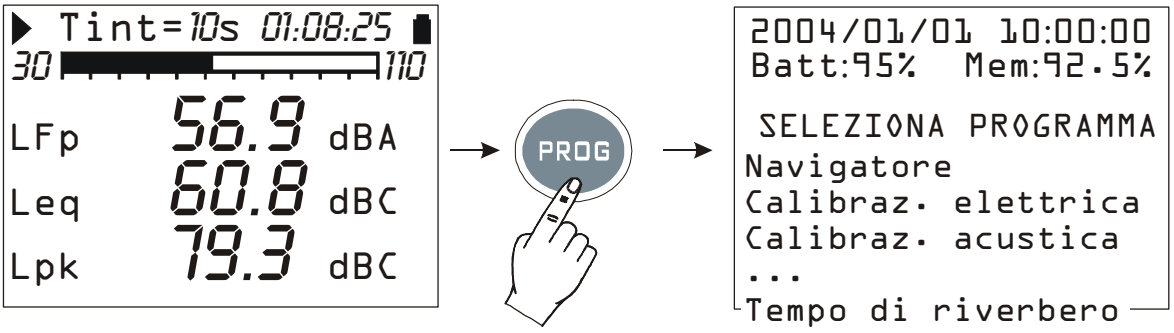
Nel caso siano identificabili due distinte pendenze nella curva di decadimento integrata è possibile riportare i due relativi tempi di riverbero stimati dalla pendenza dei rispettivi segmenti di decadimento che devono essere almeno pari a 10dB ciascuno.

Tempo di primo decadimento EDT

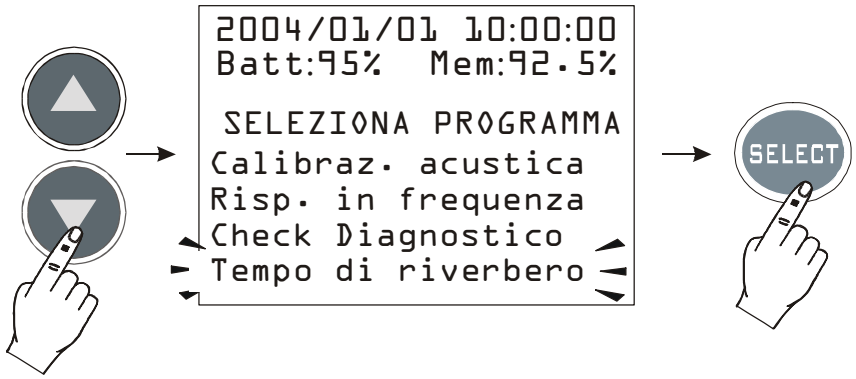
Oltre al tempo di riverberazione tradizionale è possibile, a partire dalla risposta all'impulso integrata, ricavare il **tempo di primo decadimento EDT** dai primi 10dB del decadimento stesso. Rispetto al tempo di riverbero tradizionale T, che è correlato con le proprietà fisiche dell'ambiente di misura, l'EDT è correlato alla percezione soggettiva della riverberazione, è quindi utile valutare l'andamento del rapporto EDT/T in funzione della frequenza nei diversi punti di un ambiente.

PROCEDURA OPERATIVA PER LA MISURA DEL TEMPO DI RIVERBERO

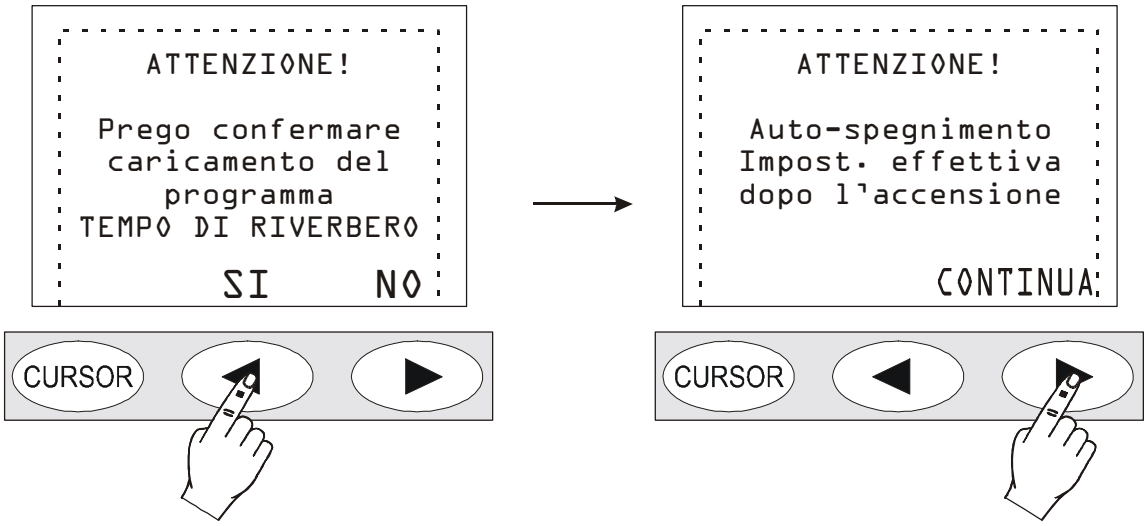
In questo capitolo si descrivono i passaggi da effettuare per eseguire la misura del tempo di riverbero.
Accendere il fonometro ed entrare nella modalità di selezione dei programmi con il tasto **PROG**:



Con le frecce selezionare il programma *"Tempo di riverbero"* e confermare con il tasto **SELECT**[3].



Il programma deve essere caricato in memoria: per procedere, premere il tasto centrale del tastierino numerico (**SI**) e, alla schermata successiva, il tasto destro in corrispondenza della scritta **CONTINUA**.

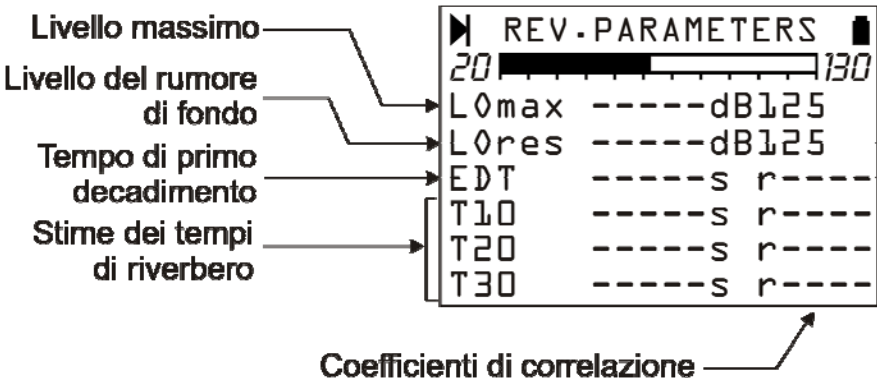


Il fonometro si spegne automaticamente.

[3] Se l'opzione per la misura del tempo di riverbero non è presente, appare un messaggio di avvertimento *"Programma non abilitato. Contattare la fabbrica"*. In questo caso è necessario contattare il rivenditore per l'acquisto dell'opzione.

Riaccenderlo con il tasto **ON/OFF**: apparirà la scritta che conferma l'attivazione del programma per la misura del tempo di riverbero.

La schermata che appare a questo punto è quella di base:



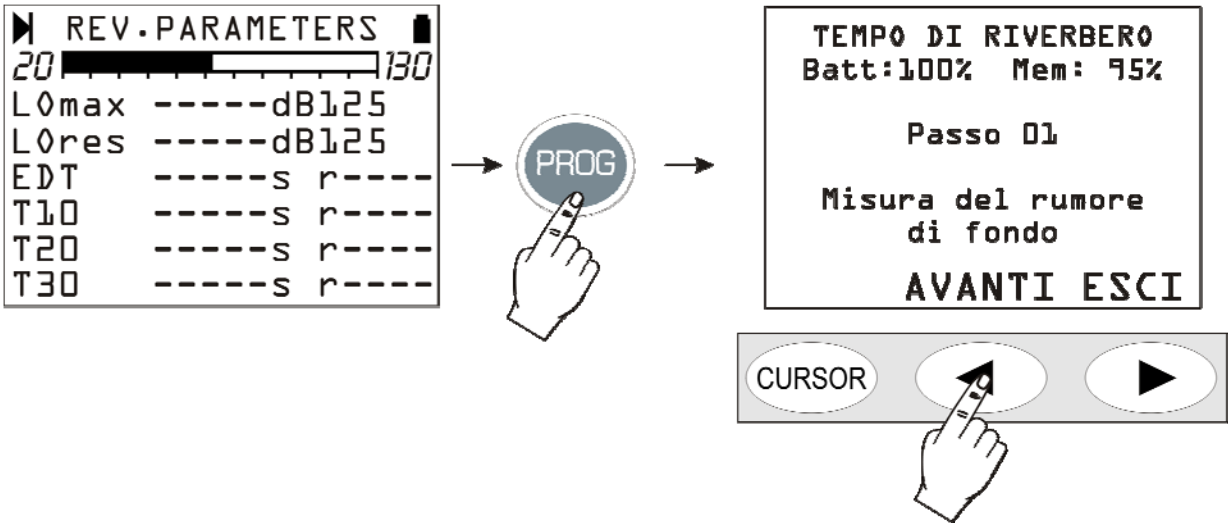
Dall'alto in basso sono riportati: il livello massimo per banda d'ottava raggiunto dalla sorgente di rumore (LO max), il livello del rumore di fondo per banda d'ottava (LO res), il tempo di primo decadimento EDT e le tre stime del tempo di riverbero T_{10}, T_{20} e T_{30} ciascuno con i coefficienti di correlazione "r".

A questo punto è possibile verificare il livello sonoro della sorgente ed effettuare delle indagini preliminari allo scopo di impostare il generatore di rumore per la misura del tempo di riverbero. La schermata Profilo presenta 8 volte al secondo il massimo livello equivalente integrato su 1/32 s. Il parametro è selezionabile tra le bande d'ottava e di terzo d'ottava (opzionale per l'HD2010UC/A). Nelle schermate relative allo spettro in frequenza vengono visualizzati 2 spettri al secondo come massimi livelli per banda integrati linearmente su 1/32 s. La schermata a sei parametri numerici rimane inattiva finché non si effettua una misura del tempo di riverberazione.

Quando si è verificato il funzionamento della sorgente e si è giudicato sufficiente il rapporto segnale rumore è possibile procedere con la misura del tempo di riverberazione. Il fonometro guida l'utilizzatore per tutta la procedura della misura con dei messaggi sul display.
Predisporre il fonometro e la sorgente di rumore (impulsiva o continua in base al tipo di misura prescelta). Quando pronti, procedere premendo il tasto **PROG**.

Misura del rumore di fondo

Il primo passo prevede la misura del rumore di fondo in assenza di altre sorgenti di rumore: premere, appena pronti, il tasto AVANTI.



Il livello di rumore corrente viene integrato per due secondi e quindi salvato nella memoria interna dello strumento.

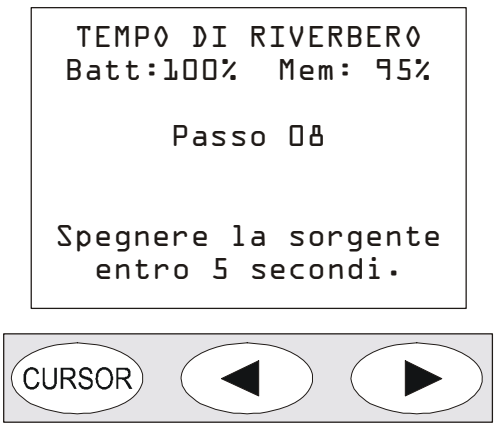
Al passo successivo (04) viene richiesto il tipo di sorgente di rumore che verrà impiegato per la misura: sorgente di rumore continua (CONT.) o sorgente impulsiva (IMPULSO). In base alla scelta effettuata, la sessione di misura procede in due modi diversi: viene prima descritta la tecnica dell'interruzione della sorgente sonora e poi quella della risposta impulsiva integrata.

Interruzione della sorgente sonora

Se si usa la **sorgente di rumore continua interrotta**, premere il tasto centrale **CONT**.

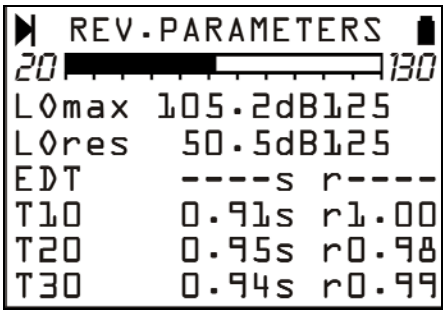
Attivare la sorgente di rumore e quindi premere il tasto AVANTI.

Attendere un tempo sufficiente affinché, in base alle dimensioni dell'ambiente, il rumore della sorgente si stabilizzi. Di norma 4-5 secondi sono sufficienti anche per gli ambienti più ampi, quindi procedere premendo il tasto AVANTI.



A questo punto, spegnere, **entro 5 secondi,** la sorgente di rumore: il fonometro misurerà automaticamente il decadimento del rumore ambientale ed effettuerà i calcoli. Per tutta la durata dell'acquisizione (6 secondi dallo spegnimento della sorgente) eventuali rumori indesiderati possono influire negativamente sulla misura. Al termine appare la schermata seguente:

Premere il tasto VALORI per visualizzare il risultato della misura.

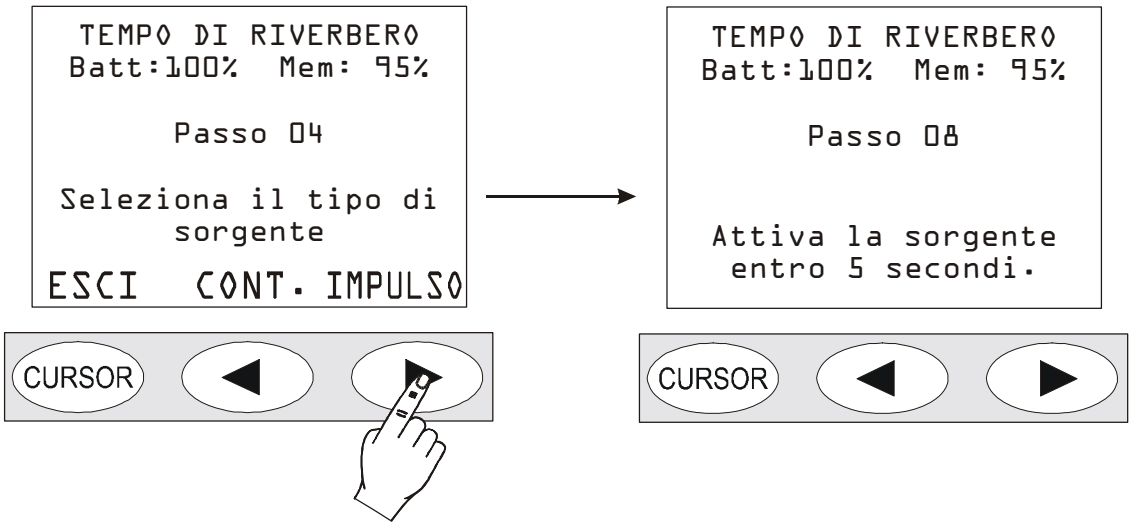


Nella misura del tempo di riverbero con il metodo della sorgente interrotta, il valore EDT non viene calcolato.

Il fonometro fornisce una descrizione completa della misura appena eseguita sia in forma di tabella che in forma grafica. Si veda più avanti il paragrafo dedicato alla descrizione dell'analisi dei risultati *"Tempo di riverbero - Analisi dei risultati"*.

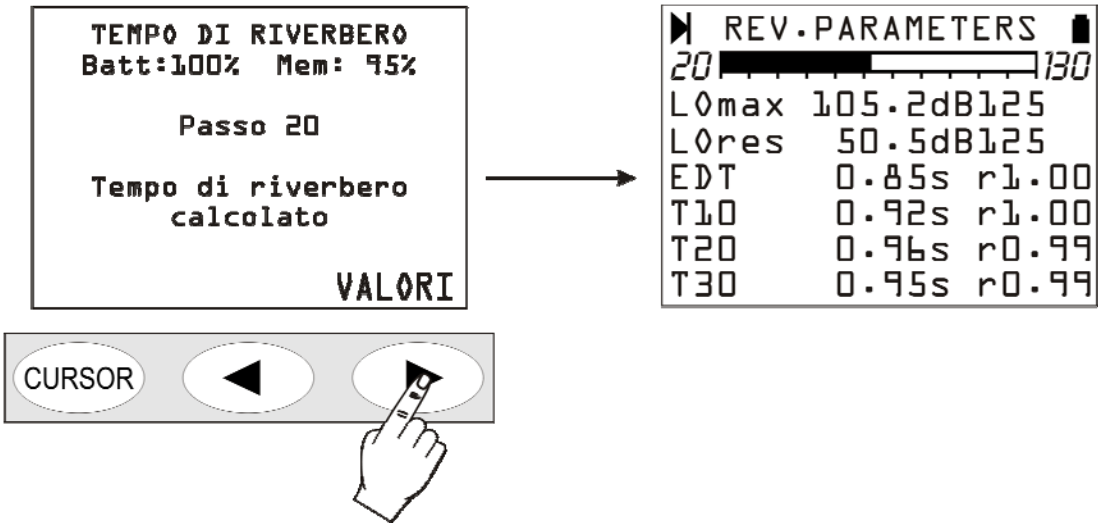
Risposta all'impulso integrata

Se si utilizza l'impulso come sorgente di rumore per la misura, al passo 04 selezionare la voce *IMPULSO*…



… e, come indicato nella schermata successiva, attivare la sorgente impulsiva (colpo di pistola, scoppio di un palloncino,…) **entro 5 secondi** dalla pressione del tasto.

Il fonometro misurerà automaticamente il decadimento del rumore ambientale ed effettuerà i calcoli. Per tutta la durata dell'acquisizione (6 secondi dall'attivazione della sorgente) eventuali rumori indesiderati possono influire negativamente sulla misura. Al termine appare la schermata con i risultati:



Il fonometro fornisce una descrizione completa della misura appena eseguita sia in forma di tabella che in forma grafica. Si veda più avanti il paragrafo dedicato alla descrizione dell'analisi dei risultati *"Tempo di riverbero - Analisi dei risultati"*.

Premendo il tasto **PROG** si accede al passo successivo nel quale si ha la possibilità di salvare i dati (tasto *SALVA*), rivedere i valori calcolati (tasto *VALORI*) o concludere l'attuale sessione di misura per iniziarne una nuova (tasto *ESCI*).

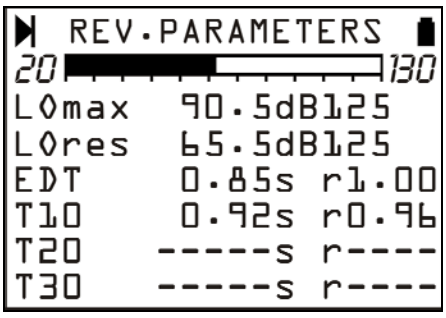
Per ripristinare il normale funzionamento del fonometro ed uscire definitivamente dal programma di misura del tempo di riverbero, spegnere lo strumento (tasto ON/OFF) e riaccenderlo.

Misure non eseguite correttamente

Se durante l'acquisizione non viene rispettato il tempo indicato di 5 secondi per la generazione del rumore impulsivo o per lo spegnimento della sorgente continua, la procedura ha termine e viene fornito il messaggio seguente:

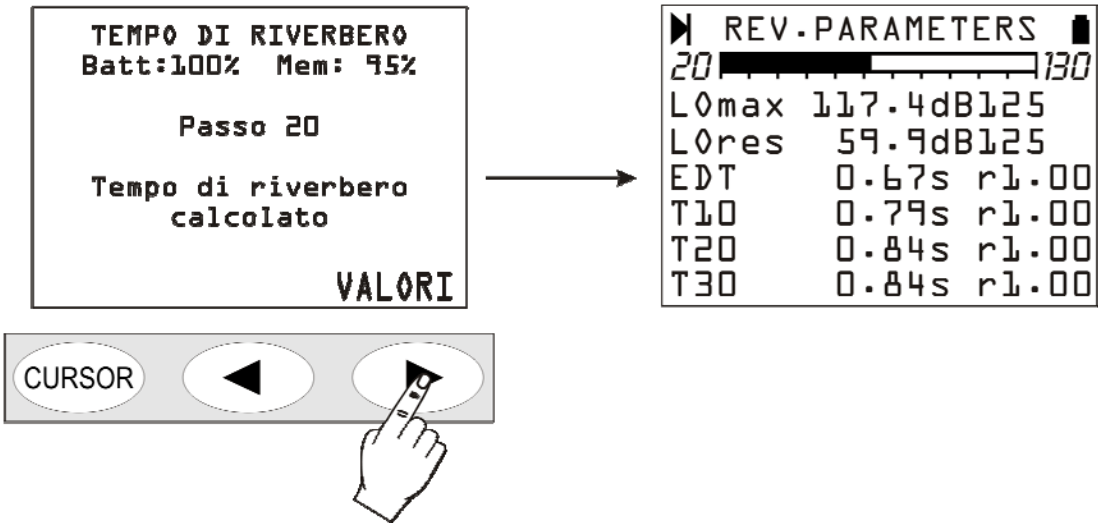
Lo stesso messaggio viene fornito se il rapporto segnale/rumore tra il segnale generato ed il rumore di fondo non è sufficiente.

Se invece il rapporto segnale/rumore tra il segnale generato ed il rumore di fondo non è sufficiente per poter effettuare alcune stime del tempo di riverbero, uno o più risultati possono mancare come riportato nella schermata che segue.



Tempo di riverbero - Analisi dei risultati
Al termine della misura il fonometro, come indicato in precedenza, fornisce i risultati sia in forma di tabella che in forma grafica.

Parametri
La tabella appare alla pressione del tasto destro del tastierino in corrispondenza della scritta *VALORI*.

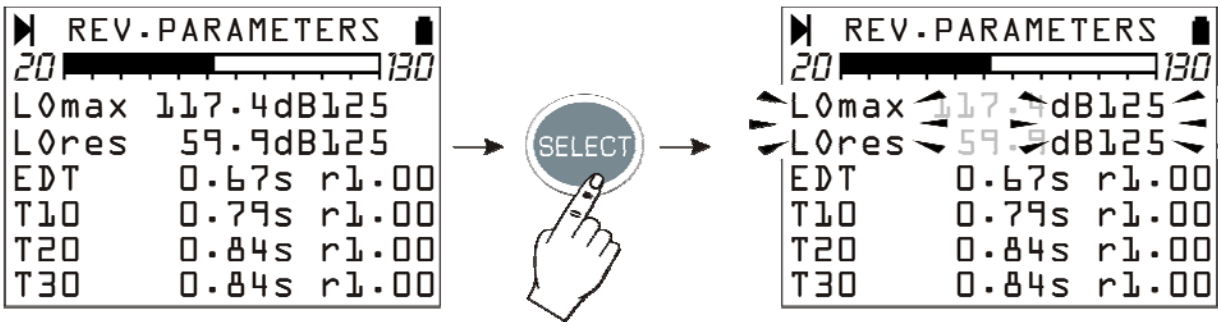


Dall'alto in basso sono riportati il livello massimo di pressione sonora per banda d'ottava raggiunto dalla sorgente di rumore (LO max), il livello di pressione sonora per banda d'ottava del rumore di fondo (LO res), il tempo di primo decadimento EDT e le tre stime del tempo di riverbero T_{10}, T_{20} e T_{30} ciascuno con il relativo coefficiente di correlazione "r".
I risultati della misura si riferiscono alla variabile indicata nelle prime due righe della tabella (LOmax e LOres nella figura sopra). Per visualizzare un'altra variabile premere il tasto SELECT: la variabile attuale inizia a lampeggiare. Con i tasti freccia scegliere la nuova variabile tra quelle disponibili:

- LO: livello di pressione sonora per banda d'ottava da 125Hz a 8kHz
- LTO: livello di pressione sonora per banda di terzo d'ottava da 100Hz a 10kHz.

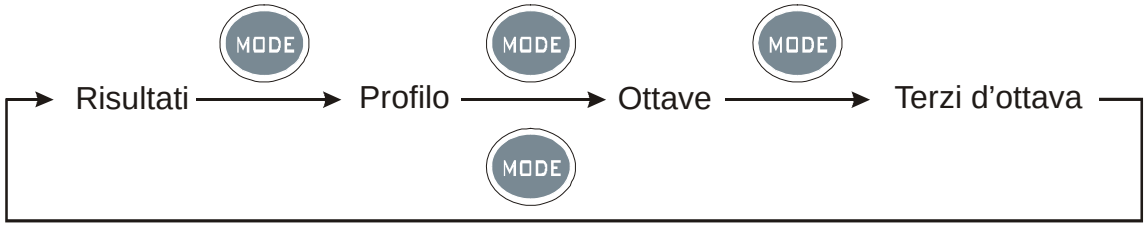
Questi parametri sono opzionali sull'HD2010UC/A.

Premendo la freccia destra è possibile selezionare la frequenza centrale del filtro per modificarne il valore. Premendo la freccia sinistra si ritorna alla selezione del parametro da visualizzare.



Confermare la selezione con il tasto ENTER: il fonometro calcola i nuovi valori e aggiorna la schermata dei risultati.

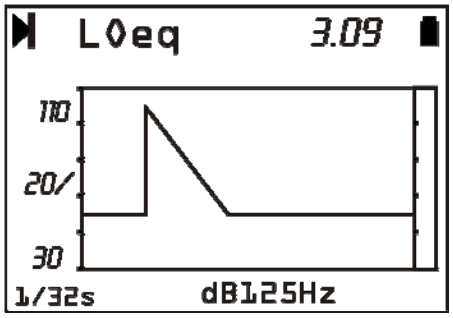
Per passare dalla tabella dei risultati ai grafici (profilo, ottave e terzi d'ottava) si preme ripetutamente il tasto ***MODE:*** come indicato di seguito, con la pressione del tasto si passa dalla schermata dei risultati al profilo temporale agli spettri per ottave a quelli a terzi d'ottava (opzionale sull'HD2010UC/A) per ritornare infine ai risultati.



Profilo

La schermata **Profilo** riporta l'andamento temporale del livello sonoro acquisito. Se si è utilizzato il metodo della sorgente impulsiva il grafico rappresenta l'integrale di Schroeder del livello sonoro acquisito.

L'immagine che segue riporta un esempio di profilo temporale ottenuto con il metodo della sorgente impulsiva.

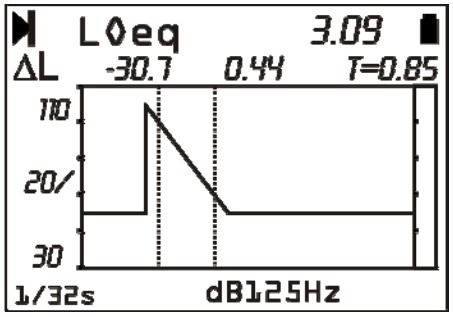


Il numero sulla destra in alto (3.09) indica il tempo in secondi in corrispondenza del margine destro della finestra visibile del grafico. Quando i cursori **non** sono attivi, con le frecce del tastierino si può spostare il grafico orizzontalmente sull'asse dei tempi. Questa funzione è utile per esaminare il profilo di decadimento quando si esegue la misura in ambienti ampi, dove il tempo di riverbero risulta maggiore di tre secondi.

In basso sono riportati il tempo di integrazione (fisso a 1/32s) e la frequenza centrale del filtro a banda percentuale costante.

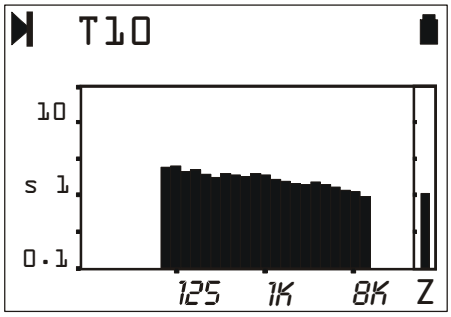
Il parametro visualizzato (LOeq a 125Hz nell'esempio riportato in figura) è lo stesso parametro cui si riferisce la schermata dei risultati. Anche in questa si può selezionare, mediante il tasto SELECT e le frecce, il parametro da visualizzare. Alla conferma con il tasto ENTER, viene aggiornato il profilo e anche i valori visualizzati nella schermata dei risultati.

Il profilo può essere analizzato utilizzando i **cursori**. Premendo ripetutamente il tasto CURSOR si attivano in successione il cursore **L1** poi, alla seconda pressione del tasto, il cursore **L2** ed infine i due cursori **ΔL**. Il cursore selezionato lampeggia ed i relativi dati appaiono sul display nella seconda riga in alto. Quando sono attivi singolarmente (L1 o L2), il display fornisce il livello di rumore ed il corrispondente tempo in secondi. Quando sono attivi entrambi in "tracking" (in coppia), la seconda riga del display riporta nell'ordine la differenza **ΔL**=L2-L1 dei livelli di rumore, l'intervallo di tempo tra L1 ed L2 e la stima del tempo di riverbero calcolata interpolando la porzione di curva compresa tra L1 ed L2.



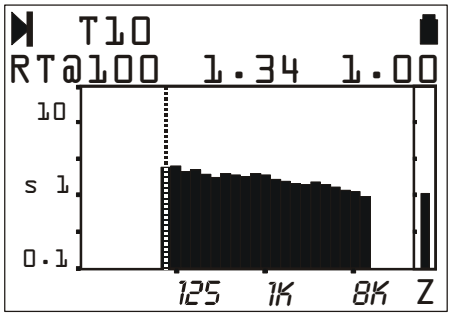
Tempo di riverbero per ottave e per terzi d'ottava

Dalla schermata dei risultati si passa a quella con le stime dei tempi di riverbero per bande d'ottava premendo il tasto **MODE** una volta. Premendo una seconda volta il tasto **MODE** si visualizzano le stime per bande di terzo d'ottava (opzionale sull'HD2010UC/A).
Lo spettro per ottave riporta i tempi di riverbero T_{10}, T_{20}, T_{30} ed il tempo di primo decadimento EDT per ciascuna componente dello spettro da 125 Hz ad 8 kHz, lo spettro per terzi d'ottava da 100 Hz a 10 kHz. I tempi sono espressi in secondi.



La selezione della variabile (*T10*, *T20*, *T30* oppure *EDT*) si effettua, come al solito, con il tasto **SELECT** e le frecce: alla conferma con il tasto **ENTER**, la schermata viene aggiornata presentando i nuovi risultati.

Il tasto **CURSOR** attiva i cursori: vengono riportati, in corrispondenza della componente selezionata sul grafico dal cursore lampeggiante (RT@100 Hz nell'esempio che segue), la stima del tempo di riverbero ed il relativo coefficiente di correlazione.



Visualizzazione e stampa dei risultati

L'insieme dei risultati ottenuti con l'analisi del tempo di riverbero può essere inviata ad un PC, collegato allo strumento tramite l'apposito cavo seriale fornito in dotazione. Per la ricezione dei dati si può utilizzare il software HyperTerminal fornito con tutte le versioni di Windows. Il capitolo *"Istruzioni per il collegamento dell'HD2010UC/A ad un PC con sistema operativo Windows"* riporta tutti i dettagli per la connessione al PC, lo scarico e la memorizzazione dei dati su file.
Oltre ai valori acquisiti in forma di tabella, vengono riportate le caratteristiche principali del fonometro e le condizioni di misura.

Un'analisi più approfondita dei risultati ottenuti può essere fatta tramite il software **NoiseStudio** fornito in dotazione con il fonometro. Questo software è in grado di visualizzare, elaborare, stampare ed esportare i dati memorizzati con il comando *SALVA* (tasto **PROG** >> tasto **SALVA**) del fonometro sia in formato di tabelle che di grafici 2D e 3D.
Si rinvia all'Help in linea del programma per i dettagli.

Importante: con l'operazione di salvataggio (tasto **SALVA**), la sessione corrente di misura viene chiusa ed i fonometro viene predisposto per una eventuale nuova sessione. E' possibile rivedere, direttamente sul display del fonometro, le sessioni di misura salvate attraverso la funzione *Navigatore* (tasto **PROG** >> Navigator) con alcune limitazioni: rispetto a quando la sessione è ancora aperta, **non è visualizzabile la schermata dei risultati**.
Per visualizzare le diverse stime (EDT, T_{10}, T_{20} e T_{30}) del tempo di riverbero per bande d'ottava e di terzo d'ottava (opzionale sull'HD2010UC/A) basta premere ripetutamente il tasto MODE.
La stampa diretta con il tasto **PRINT** è attiva anche per le sessioni salvate e fornisce gli stessi dati.

AGGIORNAMENTO DEL FIRMWARE

Il firmware, ovvero il programma che gestisce tutte le funzioni dello strumento, può essere aggiornato trasferendo il file da un PC all'HD2010UC/A tramite la porta seriale/USB. In questo modo è possibile aggiornare la funzionalità dello strumento.

Per procedere all'aggiornamento, si utilizza la funzione "Aggiornamento firmware" del programma NoiseStudio. Si veda il manuale in linea "NoiseStudio Handbook" per i dettagli.

AGGIORNAMENTO DELLE OPZIONI

Le opzioni dello strumento (**HD2010.O1 "**Terzi d'ottava" e **HD2010.O4** "Tempo di riverbero") possono essere acquistate anche dopo l'acquisto del fonometro ed attivate direttamente dall'utente tramite il software Noise Studio. In alternativa è possibile inviare lo strumento a Delta Ohm s.r.l. per l'aggiornamento.

Per attivare l'opzione si utilizza la funzione "Aggiornamento opzioni" del programma NoiseStudio ed il codice di attivazione fornito all'atto dell'acquisto. Si veda il manuale in linea "NoiseStudio Handbook" per i dettagli.

Nota: l'opzione **HD2010.O1** "Terzi d'ottava" richiede la taratura del banco filtri e può essere di norma installata solo presso la Delta Ohm.

SEGNALAZIONE DI BATTERIA SCARICA E SOSTITUZIONE DELLE BATTERIE

Il simbolo di batteria posto nell'angolo in alto a destra sul display fornisce costantemente lo stato di carica delle batterie dello strumento. A mano a mano che le batterie si scaricano, il simbolo progressivamente si "svuota" …

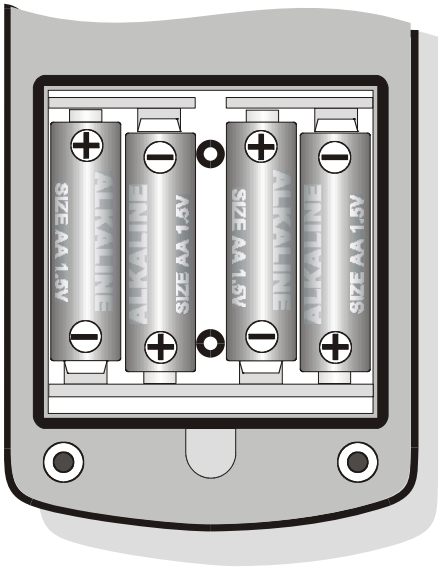
... quando la tensione delle batterie raggiunge il valore minimo per un corretto funzionamento, il simbolo lampeggia. In questa condizione rimangono circa 5 minuti di autonomia e si consiglia di cambiare le batterie quanto prima.

Se si continua ad utilizzare lo strumento, la tensione della batteria scende ulteriormente e lo strumento non è più in grado di assicurare una misura corretta; l'eventuale registrazione dei dati viene automaticamente interrotta ed infine viene fermata anche l'acquisizione e lo strumento viene posto in modalità STOP. Sotto un certo livello lo strumento si spegne automaticamente. I dati in memoria permangono. Sotto un certo livello di carica delle batterie non sarà più possibile accendere lo strumento.

Il livello di carica delle batterie è disponibile nella schermata principale del menu ed in quella dei programmi, espresso in valore percentuale. Vi si accede premendo i tasti MENU o PROG. Quando il livello viene indicato con 0% rimangono circa 5 minuti di autonomia.
Il simbolo di batteria prende la forma di una spina di rete quando viene collegato l'alimentatore esterno.

Nota: il simbolo di batteria lampeggia anche quando è disinserito l'auto-spegnimento automatico (AutoPowerOFF = OFF).

Per sostituire la batteria spegnere lo strumento quindi svitare in senso antiorario le due viti di chiusura del coperchio del vano batterie. Dopo la sostituzione delle batterie (4 batterie alcaline da 1.5V - tipo AA) richiudere il coperchio avvitando le due viti in senso orario. Controllare data ed ora dopo la sostituzione delle batterie. Se per sostituire le batterie si impiegano meno di due minuti non dovrebbe essere necessario effettuare aggiustamenti all'orologio.



In alternativa alle batterie alcaline è possibile utilizzare batterie ricaricabili. Le batterie con minore capacità presentano in genere una maggiore impedenza, causando un peggioramento del rumore elettrico generato dal fonometro, con ripercussioni sulla dinamica di misura. Sono pertanto sconsigliate le batterie zinco-carbone e le ricaricabili NiCd.

AVVERTENZA SULL'USO DELLE BATTERIE

- Se lo strumento non viene utilizzato per un lungo periodo bisogna togliere le batterie.
- Se le batterie sono scariche, bisogna sostituirle immediatamente.
- Evitare perdite di liquido da parte delle batterie.
- Utilizzare batterie stagne e di buona qualità, possibilmente alcaline.
- Se lo strumento non dovesse accendersi dopo il cambio delle batterie:
    - Rimuovere una delle batterie
    - Attendere almeno 5 minuti per consentire una scarica completa dei circuiti interni del fonometro
    - Inserire la batteria mancante. Con batterie cariche lo strumento dovrebbe accendersi automaticamente.

MAGAZZINAGGIO DELLO STRUMENTO

Condizioni di magazzinaggio dello strumento:

- Temperatura: -25 ÷ +70°C.
- Umidità: meno di 90%UR non condensante.
- Nel magazzinaggio evitare i punti dove:
    1. L'umidità è alta.
    2. Lo strumento è esposto all'irraggiamento diretto del sole.
    3. Lo strumento è esposto ad una sorgente di alta temperatura.
    4. Sono presenti forti vibrazioni.
    5. C'è vapore, sale e/o gas corrosivo.

L'involucro dello strumento è in materiale plastico ABS e la fascia di protezione in gomma: non usare solventi per la loro pulizia.

INTERFACCIA SERIALE

Lo strumento è dotato di una versatile interfaccia seriale con doppio protocollo: RS-232C ed USB. Le impostazioni dell'interfaccia dipendono dalla voce "MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale":

- **PRINTER**: connessione con interfaccia RS232 della stampante seriale portatile
- **MODEM**: connessione con interfaccia RS232 ad un modem
- **RS232**: connessione con interfaccia RS232 ad un PC dotato di porta fisica di tipo COM
- **USB**: connessione con interfaccia USB ad un PC su cui sia stato installato l'apposito driver VCOM.

L'impostazione RS232 permette di collegare il fonometro ad una porta fisica di tipo COM di un PC. Questa connessione non necessita di particolari programmi per il suo funzionamento, che è garantito dalla comune architettura dei PC dotati di porte RS232 (COM). La velocità massima di trasferimento dei dati è, in questo caso, limitata a 115200 baud.

Negli ultimi anni, per andare incontro alle esigenze delle nuove periferiche audio e video, è stato adottato lo standard USB per il trasferimento seriale delle informazioni. Recentemente molti produttori di PC non mettono più a disposizione porte di tipo COM, che vengono sostituite generalmente da porte di tipo USB. La connessione avviene a quattro fili, due sono dedicati al trasferimento dell'informazione, mentre gli altri due sono dedicati all'alimentazione. Per quanto riguarda il trasferimento dei dati, le maggiori differenze, rispetto all'interfaccia RS232 sono:

- il trasferimento avviene in modalità simplex, cioè non è possibile effettuare simultaneamente un trasferimento in entrambe le direzioni
- i dati vengono trasferiti sotto forma di pacchetti
- il tempo del trasferimento viene deciso da una sola delle due unità (il master)
- la velocità del trasferimento è fissa a 1.5Mbit/s, 12Mbit/s oppure 480Mbit/s secondo lo standard USB ed il tipo di dispositivo collegato.

I due dispositivi collegati tramite interfaccia USB vengono identificati come master e slave. Il master fornisce alimentazione allo slave e decide il senso e la temporizzazione del trasferimento.

L'interfaccia USB del fonometro si comporta come uno slave e deve pertanto essere connessa ad un master USB che fornisca la necessaria alimentazione e che gestisca la comunicazione.

In dotazione al fonometro HD2010UC/A viene fornito a scelta un cavo di collegamento seriale per PC con porte tipo COM (codice **HD2110RS**) oppure USB (codice **HD2110USB**).

Il cavo **HD2110RS** è di tipo *null-modem* con connettore femmina 9 poli sub D. Il cavo **HD2110USB** è dotato di connettore USB tipo A. Su richiesta è fornibile il cavo di collegamento per modem oppure stampante (DCE) con connettore maschio rispettivamente 25 poli sub D (codice **HD2110CSM**) oppure 9 poli sub D (codice **HD2110CSP**).

Quando la voce "MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale" viene impostata su "PRINTER", "MODEM" oppure "RS232", sul connettore ad 8 pin tipo M12 maschio dello strumento sono connessi i seguenti segnali:

Pin	Direzione	Segnale	Descrizione
1	Input	CTS	Clear to send
2	Output	DTE	DTE ready
3	Input	DCE - CD	DCE ready – Carrier detect
4	Output	VDD	Alimentazione 3.3V
5	Input	RD	Canale dati in ricezione
6	Output	RTS	Request to send
7	Output	TD	Canale dati in trasmissione
8	-	GND	Massa di riferimento

Sul connettore a 9 pin sub D maschio del cavo HD2110RS sono connessi i seguenti segnali:

Pin	Direzione	Segnale	Descrizione
1	DCE >> HD2010UC/A	DCE - CD	DCE ready – Carrier detect
2	DCE >> HD2010UC/A	RD	Canale dati in ricezione
3	HD2010UC/A >> DCE	TD	Canale dati in trasmissione
4	HD2010UC/A >> DCE	DTE	DTE ready
5	-	GND	Massa di riferimento
7	HD2010UC/A >> DCE	RTS	Request to send
8	DCE >> HD2010UC/A	CTS	Clear to send
9	HD2010UC/A >> DCE	VDD	Alimentazione 3.3V

Quando la voce “MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale” viene impostata su “USB”, sul connettore ad 8 pin tipo M12 maschio dello strumento sono connessi i seguenti segnali:

Pin	Direzione	Segnale	Descrizione
2	I/O	DP	Dato +
4	I/O	DM	Dato -
6	Input	VBUS	Alimentazione 5V
8	-	GND	Massa di riferimento

Quando la connessione avviene con interfaccia RS232 ad un terminale attivo (DCE attivo). **l’autospegnimento del fonometro risulta disabilitato e non è possibile spegnere lo strumento**. Nel caso lo strumento sia spento, la connessione ad un terminale attivo (DCE attivo) comporterà l’accensione automatica.
I parametri di trasmissione seriale standard dello strumento sono:

- Baud rate 38400 baud
- Parità None
- N. bit 8
- Stop bit 1
- Protocollo Hardware.

È possibile cambiare la velocità di trasmissione dati agendo sul parametro "*Baudrate*" all'interno del menu - (MENU >> Generale >> Input/Output >> BaudRate - vedere pag.41). I baud rate possibili sono: 230400, 115200, 57600, 38400, 19200, 9600, 4800, 2400, 1200, 600, 300. Gli altri parametri di trasmissione sono fissi.
L'HD2010UC/A è dotato di un completo set di comandi da inviare tramite la porta seriale di un PC.

PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE

I comandi sono costituiti da stringhe ASCII di lunghezza variabile terminate da CR-LF.
Lo strumento fornisce sempre una risposta, in seguito alla ricezione di un comando; se il comando non viene accettato, la stringa di risposta è sempre NAK-CR-LF. E' possibile disattivare la risposta, quando non sia esplicitamente richiesta dal comando, agendo sul parametro di setup VERBOSE (vedi paragrafo SET).
I comandi sono divisi in 5 gruppi, come illustrato nella seguente tabella.

Gruppo	N. comandi	Descrizione
SET	65	SETUP: Configurazione parametri
KEY	21	KEY: Simulazione tastiera
STT	4	STATUS: Stato strumento
DMP	6	DUMP: Scarico memoria

Ciascun gruppo contiene un certo numero di comandi. Ciascun comando è identificato da una stringa specifica. La sintassi generica di un comando è la seguente:

<gruppo>:<comando>:<valore>:CR-LF

Es.: "SET:INPUT_GAIN:10\r\n"

imposta il parametro INPUT_GAIN al valore 10dB (vedi paragrafo SET).
Vengono riconosciuti solo i caratteri maiuscoli. Ciascun token può essere abbreviato al numero minimo di caratteri che lo identifichi univocamente. L'esempio si può abbreviare così:

"SET:INP:10\r\n"

Vengono forniti di seguito i possibili formati dei comandi.

A3 - SET:INTEGRATION_TIME:<{SS,MM,HH}>:<valore>CRLF
A4 - SET:TIME:<hh>:<mm>CRLF
A5 - SET:DATE:<aaaa>:<mm>:<gg>CRLF
A6 - SET:x_SLM_PARAMETER:<Sigla parametro>:<Attributo parametro>CRLF
A8 - SET:<COMANDO>:<valore>CRLF
A10 - SET:<COMANDO>:?CRLF
C1 - KEY:<COMANDO>CRLF
C2 - KEY:<COMANDO>:<valore>CRLF
D1 - STT:<COMANDO>:<OPZIONE>CRLF
E1 - DMP:<COMANDO>CRLF

Inserendo opportunamente il carattere "?" nella stringa è possibile ottenere sia un aiuto alla compilazione del comando desiderato sia lo stato attuale dei parametri di configurazione dello strumento. Vengono forniti di seguito i formati dei comandi che utilizzano il carattere "?".

0	?CRLF	Fornisce la lista dei gruppi di comandi
A9	SET:?CRLF	Fornisce la lista dei comandi del gruppo SET
A10	SET:<COMANDO>:?CRLF	Fornisce lo stato attuale del comando specificato
C3	KEY:?CRLF	Fornisce la lista dei comandi del gruppo KEY
D2	STT:?CRLF	Fornisce la lista dei comandi del gruppo STT
D3	STT:<COMANDO>:?CRLF	Fornisce lo stato attuale del comando specificato
E2	DMP:?CRLF	Fornisce la lista dei comandi del gruppo DMP

GRUPPO SET (SETUP)

La tabella seguente riporta la lista dei comandi del gruppo SET (SETUP).

Comando	Formato	Descrizione
INSTR_MODEL	A10	Modello strumento - NON MODIFICABILE
INSTR_NUMBER	A10	Numero di serie strumento - NON MODIFICABILE
INSTR_VERSION	A10	Versione strumento - NON MODIFICABILE
MIC_MODEL	A10	Modello microfono– NON MODIFICABILE
MIC_NUMBER	A10	Numero di serie microfono– NON MODIFICABILE
MIC_TYPE	A10	Tipo microfono– NON MODIFICABILE
CLASS	A10	Classe di tolleranza – NON MODIFICABILE
MEM_SIZE	A10	Dimensione memoria– NON MODIFICABILE
OPTIONS	A10	Opzioni firmware– NON MODIFICABILE
EXT_RNG	A10	Dinamica estesa– NON MODIFICABILE
TIME	A4	Ora (hh:mm)
DATE	A5	Data (aaaa/mm/gg)
DISP_CONTRAST	A8	Contrasto display (3÷9, default: 5)
AUTO_POWEROFF	A8	Autospegnimento strumento (ON/OFF, default: ON)
BAUD_RATE	A8	Baud rate RS232
DEVICE	A8	Dispositivo seriale
INPUT_GAIN	A8	Amplificazione d'ingresso
INTEGRATION_TIME	A3	Tempo di integrazione in s, m (1÷59) od h (1÷99)
REPORT_TIME	A8	Intervallo di rapporto
ERASE_TIME	A8	Intervallo di cancellazione
EXCHANGE_RATE	A8	Exchange rate in dB (3÷5)
DOSE_THRESHOLD	A8	Threshold per Dose in dB (0÷140)
CRITERION_LEVEL	A8	Criterion level in dB (60÷140)
VERBOSE	A8	Acknowledge (ON/OFF, default: ON). Sempre ON all'accensione.
OVERLOAD_LEVEL	A8	Soglia di sovraccarico in dB (20÷200)
INT_MODE	A8	Modalità di integrazione
1_PERC_LEVEL	A8	Livello percentile 1 in % (1 ÷ 99, default: 1)
2_PERC_LEVEL	A8	Livello percentile 2 in % (1 ÷ 99, default: 10)
3_PERC_LEVEL	A8	Livello percentile 3 in % (1 ÷ 99, default: 50)
4_PERC_LEVEL	A8	Livello percentile 4 in % (1 ÷ 99, default: 90)
1_SLM_PARAMETER	A6	Parametro 1 SLM (vedi lista parametri)
2_SLM_PARAMETER	A6	Parametro 2 SLM (vedi lista parametri)
3_SLM_PARAMETER	A6	Parametro 3 SLM (vedi lista parametri)
SPECT_AUX_POND	A8	Ponderazione ausiliaria spettro
STAT_PARAMETER	A6	Parametro per analisi statistica
EVN_TRIGGER	A8	Sorgente trigger d'evento
EVN_ON_LEVEL	A8	Livello di attivazione trigger indB (10 ÷ 140, default: 90)
EVN_OFF_LEVEL	A8	Livello di disattivazione trigger indB (10 ÷ 140, default: 60)
EVN_POLARITY	A8	Polarità livello di trigger (POS/NEG)
EVN_ON_TIME	A8	Ritardo di attivazione del trigger in secondi da 0 a 10

Comando	Formato	Descrizione
EVN_OFF_TIME	A8	Ritardo di disattivazione del trigger in secondi da 0 a 255
EVN_PRINT	A8	Attiva la stampa di un avviso d'evento
AUTO_STORE	A8	Abilita funzione Auto-Store (ON/OFF, default: OFF)
SLM+PROF_DLOGGER	A8	Registrazione continua parametri SLM e PROFILO (ON/OFF, default: ON)
1_REP_PARAMETER	A6	Parametro 1 REPORT (vedi lista parametri)
2_REP_PARAMETER	A6	Parametro 2 REPORT (vedi lista parametri)
3_REP_PARAMETER	A6	Parametro 3 REPORT (vedi lista parametri)
4_REP_PARAMETER	A6	Parametro 4 REPORT (vedi lista parametri)
5_REP_PARAMETER	A6	Parametro 5 REPORT (vedi lista parametri)
REP_PARAMETERS	A8	Registrazione parametri REPORT 1-5 (ON/OFF, default: OFF)
REP_OCTAVE	A8	Registrazione spettro Ottave (ON/OFF, default: OFF)
REP_TOCTAVE	A8	Registrazione spettro Terzi d'ottava (ON/OFF, default: OFF)
REP_STATISTICS	A8	Registrazione statistica (ON/OFF, default: OFF)
1_EVN_PARAMETER	A6	Parametro 1 EVENTO (vedi lista parametri)
2_EVN_PARAMETER	A6	Parametro 2 EVENTO (vedi lista parametri)
3_EVN_PARAMETER	A6	Parametro 3 EVENTO (vedi lista parametri)
4_EVN_PARAMETER	A6	Parametro 4 EVENTO (vedi lista parametri)
5_EVN_PARAMETER	A6	Parametro 5 EVENTO (vedi lista parametri)
EVN_PARAMETERS	A8	Registrazione parametri EVENTO 1-5 (ON/OFF, default: OFF)
EVN_OCTAVE	A8	Registrazione spettro Ottave (ON/OFF, default: OFF)
EVN_TOCTAVE	A8	Registrazione spettro Terzi d'ottava (ON/OFF, default: OFF)
EVN_STATISTICS	A8	Registrazione statistica (ON/OFF, default: OFF)
CAL_LEVEL	A8	Livello del calibratore acustico in dB (90.0 ÷ 130.0, default: 94.0)
MIC_CORR	A8	Correzione per il campo acustico
WND_SHL_CORR	A10	Correzione per lo schermo antivento (OFF/SAV/WME, default: OFF)
SEQ_TIMER	A3	Ritardo di acquisizione in s, m (1÷59) od h (1÷99)

Il valore che alcuni parametri possono assumere è riportato nella seguente tabella. In neretto è evidenziato il valore di default.

Parametro	Valore
BAUD_RATE	300
	600
	1.2k
	2.4k
	4.8k
	9.6k
	19.2k
	38.4k
	57.6k
	115.2k
	230.4k
DEVICE	**RS232**
	MODEM
	USB
	PRINTER
	MC
INPUT_GAIN	0
	10
	20
	30
	40
ERASE_TIME	**5s**
	10s
	30s
	60s
INT_MODE	**SING**
	MULT
REPORT_TIME	**1s**
	2s
	5s
	10s
	20s
	30s
	1m
	2m
	5m
	10m
	20m
	30m
	1h
SPECT_ POND	**Z**
	C
	A
SPECT_AUX_POND	**Z**
	C
	A
EVN_TRIGGER	**OFF**
	LEV
	MAN

Parametro	Valore
MIC_CORR	**FF**
	RI
WND_SHL_CORR	**OFF**
	SAV
	WME
EVN_PRINT	**OFF**
	TAG

I parametri visualizzabili nella modalità SLM sono selezionabili tra quelli seguenti:

Parametro	Attributo	Descrizione
Lpk	Z o C	Livello di picco istantaneo ponderato Z o C
Lpkmx	Z o C	Livello massimo di picco
LeqS	Z, C o A	Livello equivalente breve ponderato Z, C o A
Leq	Z, C o A	Livello equivalente
LFp	Z, C o A	Livello di pressione sonora FAST
LSp	Z, C o A	Livello di pressione sonora SLOW
LIp	Z, C o A	Livello di pressione sonora IMPULSE
LFmx	Z, C o A	Livello massimo di pressione sonora FAST
LSmx	Z, C o A	Livello massimo di pressione sonora SLOW
LImx	Z, C o A	Livello massimo di pressione sonora IMPULSE
LFmn	Z, C o A	Livello minimo di pressione sonora FAST
LSmn	Z, C o A	Livello minimo di pressione sonora SLOW
LImn	Z, C o A	Livello minimo di pressione sonora IMPULSE
LeqI	A	Livello equivalente con costante di tempo Impulse
LE	A	Livello di esposizione ponderato A (SEL)
Dose	A	Dose ponderata A
Dose,d	A	Dose giornaliera ponderata A
L1	A	Livello percentile (calcolato sul livello di pressione FAST pond. A)
L2	A	Livello percentile
L3	A	Livello percentile
L4	A	Livello percentile
OL	-	Percentuale di tempo nel quale si è verificato un sovraccarico

L'attributo dei parametri visualizzabili nella modalità SLM indica la relativa ponderazione di frequenza.

GRUPPO KEY

La tabella seguente riporta la lista dei comandi del gruppo KEY.

Comando	Formato	Descrizione
LEFT	C1	Tasto LEFT
MENU	C1	Tasto MENU
PRINT	C1	Tasto PRINT
PROG	C1	Tasto PROG
PAUSE	C1	Tasto PAUSE
RUN	C1	Tasto RUN
SELECT	C1	Tasto SELECT
UP	C1	Tasto UP
MODE	C1	Tasto MODE

Comando	Formato	Descrizione
RIGHT	C1	Tasto RIGHT
ENTER	C1	Tasto ENTER
DOWN	C1	Tasto DOWN
HOLD	C1	Tasto HOLD
CURSOR	C1	Tasto CURSOR
CLEFT	C1	Tasto CURSOR LEFT
CRIGHT	C1	Tasto CURSOR RIGHT
SER_MON	C1	Simula la pressione per più di 2 sec del tasto PRINT
STORE	C1	Simula la pressione per più di 2 sec del tasto REC
DATA_LOG	C1	Tasto REC+RUN
PRN_VAL	C1	Tasto PRINT senza stampare l'intestazione
EXEC	C2	Esecuzione programmi

GRUPPO STT (STATUS)

La tabella seguente riporta la lista dei comandi del gruppo STT (STATUS).

Comando	Descrizione
ACQUISITION	Controllo acquisizione
DISPLAY	Gestione display
MONITOR	Funzione Monitor via RS232
RECORDER	Gestione memorizzazione

I comandi STT:ACQUISITION sono forniti nella seguente tabella.

Comando	Formato	Descrizione
HOLD	D1	Blocca aggiornamento display
UPDATE	D1	Sblocca aggiornamento display
PAUSE	D1	Misura in pausa
RUN	D1	Inizia misure
STOP	D1	Termina misure
CLEAR	D1	Azzera livelli misurati
CONTINUE	D1	Riprende a misurare
ERASE	D1	Cancella gli ultimi x secondi di misure
RECORD	D1	Inizia misure con memorizzazione

Il comando STT:ACQUISITION:? fornisce informazioni sullo stato dell'acquisizione come riportato nell'esempio seguente.

```
STT:ACQ:?
    STT:ACQUISITION:STOP
    BATTERY: 32%
    MEMORY: 95.4%
    DUMP TIME:00:00:01
    LAST CALIBRATION: 2003/07/31 08:37
```

I comandi STT:DISPLAY sono forniti nella seguente tabella.

Comando	Formato	Descrizione
SLM	D1	Visualizza in forma numerica 5 parametri a scelta
PROFILE	D1	Visualizza profilo temporale di un parametro a scelta
OCTAVE	D1	Visualizza lo spettro per bande d'ottava
THIRD_OCTAVE	D1	Visualizza lo spettro per bande di terzo d'ottava
PROB_DISTR.	D1	Visualizza la distribuzione di probabilità dei livelli
CUMUL_DISTR.	D1	Visualizza il grafico dei livelli percentili

Il comando STT:DISPLAY:? fornisce informazioni su quanto è attualmente visualizzato sul display del fonometro come riportato nell'esempio seguente.

STT:DIS:?
STT:DISPLAY:Mode:PROFILE

Il comando STT:MONITOR è fornito nella seguente tabella.

Comando	Formato	Descrizione
ON	D1	Inizia la funzione Monitor
OFF	D1	Termina la funzione Monitor
MEASUREMENT	D1	Monitor
SLM	D1	Monitor a 3 parametri
PROFILE	D1	Monitor a parametro singolo
OCTAVE	D1	Monitor dello spettro per bande d'ottava
THIRD_OCTAVE	D1	Monitor per bande di terzo d'ottava
REPORT	D1	Monitor dei rapporti
EVENT	D1	Monitor degli eventi

Il comando STT:RECORDER è fornito nella seguente tabella.

Comando	Formato	Descrizione
ON	D1	Inizia la funzione Registrazione
OFF	D1	Termina la funzione Registrazione
AUTO	D1	Attiva la funzione Auto-Store

I comandi STT:MONITOR:? ed STT:RECORDER:? forniscono informazioni sullo stato del monitor e della registrazione come riportato nell'esempio seguente.

STT:REC:?
STT:RECORDER:Measurement:SLM:OFF

GRUPPO DMP (DUMP)

La tabella seguente riporta la lista dei comandi del gruppo DMP (DUMP).

Comando	Formato	Descrizione
ON	E1	Inizia lo scarico della memoria
OFF	E1	Termina lo scarico della memoria
NEXT_RECORD	E1	Richiede la trasmissione del prossimo record
RECORD	E1	Richiede la trasmissione del record corrente
CLEAR	E1	Cancella la memoria

La sequenza di scarico dati è la seguente:

- DMP:ON\r\n
  Se vi sono dati in memoria viene stampata l'intestazione che termina con la stringa "MEMORY DUMP\r\n"
- DMP:RECORD\r\n
  Stampa in formato binario il record precedente
- DMP:NEXT_RECORD\r\n
  Stampa in formato binario il record corrente. Se è l'ultimo record stampa la stringa "END OF DUMP\r\n"
- DMP:CLEAR\r\n (opzionale)
  Azzera il contenuto della memoria
- DMP:OFF\r\n
  Termina lo scarico dati

Lo scarico dati può essere interrotto con la sequenza:

- DMP:OFF\r\n
  Termina lo scarico dati

CONNESSIONE AD UN MODEM

Il fonometro HD2010UC/A può essere controllato a distanza mediante una connessione via modem. Il software opzionale "Monitor" che fa parte del pacchetto NoiseStudio è in grado di gestire completamente il fonometro non solo attraverso una semplice connessione seriale tipo RS232 od USB ma anche attraverso la linea telefonica mediante l'impiego di due modem.

Mentre il modem che collega il PC alla linea telefonica non deve rispettare particolari requisiti, salvo il fatto di essere Hayes© compatibile, il modem collegato al fonometro HD2010UC/A deve essere configurabile dal fonometro stesso e non deve intervenire con messaggi inopportuni durante la delicata fase del trasferimento di dati dal fonometro verso il PC. La Delta Ohm s.r.l. ha individuato sul mercato tre tipi di modem utilizzabili:

- Multitech MT2834ZDX
- Digicom SNM49
- Digicom Botticelli

La connessione con questi modem è stata testata. Non si esclude che altri tipi di modem possano essere utilizzati ma, data la variabilità dei prodotti disponibili in commercio, non si fornisce assistenza per la connessione a modem di tipo diverso da quelli elencati.

Il modem collegato al fonometro HD2010UC/A deve essere configurato prima di essere utilizzato per il trasferimento dati. La configurazione viene eseguita in modo totalmente automatico dal fonometro stesso, seguendo i passi riportati nell'ordine.

1. Collegare il modem all'HD2010UC/A per mezzo dell'apposito cavo **HD2110CSM** con connettore M12.
2. Collegare il modem alla linea telefonica ed all'alimentazione.
3. Accendere il modem.
4. Accendere il fonometro.
5. Impostare la velocità di comunicazione almeno a 38400 baud accedendo al parametro MENU >> Generale >> Input/Output >> RS232 Baud Rate.
6. Impostare la connessione seriale su MODEM entrando al parametro MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale.

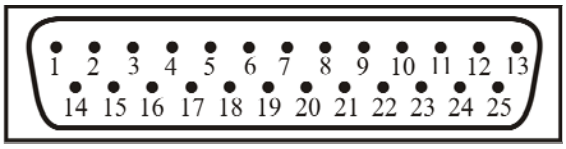
Lo strumento entra automaticamente in modalità di configurazione del modem. Al termine verrà data conferma dell'avvenuta configurazione con il messaggio "Modem Configurato.". In caso di fallimento il fonometro tornerà automaticamente in modalità PC e sarà visualizzato il messaggio "Configuraz. fallita!".

Quando il modem è stato configurato è possibile effettuare la connessione remota lanciando il programma **NoiseStudio >> Monitor**. Eventuali cadute dell'alimentazione del modem non creano problemi in quanto la configurazione è stata memorizzata e viene caricata automaticamente all'accensione.

La tabella riporta le connessioni del cavo **HD2110CSM**:

Connettore M12 8 poli femmina	Connettore seriale DB25 poli maschio
1	5
2	20
3	8
4	22
5	3
6	4
7	2
8	7

Connettori (vista dall'esterno)



DB25

M12

CONNESSIONE AD UNA STAMPANTE

Il fonometro HD2010UC/A può stampare i livelli visualizzati in un formato compatibile con quello di una stampante portatile a 24 colonne come la HD40.1.
Stampante e fonometro devono essere opportunamente configurati.

Configurazione del fonometro

1. Impostare il parametro MENU >> Generale >> Input/Output >> RS232 Baud Rate: 38.4k.
2. Impostare il parametro MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale: PRINTER.

Configurazione della stampante

1. La velocità di comunicazione della stampante (Baud Rate) **dev'essere uguale** a quella impostata nel fonometro (38400 baud).
2. Bit di dati: 8.
3. Parità: nessuna.
4. Bit di stop: 1.
5. Controllo di flusso (Handshaking): Xon/Xoff.
6. Avanzamento carta automatico (Autofeed): abilitare.

Collegare il fonometro HD2010UC/A alla stampante utilizzando l'apposito cavo **HD2110RS**.
Seguire le istruzioni riportate nella documentazione fornita con la stampante.

CONNESSIONE AD UN PC CON INTERFACCIA USB

Il fonometro HD2010UC/A dotato di interfaccia USB, può essere connesso alla porta USB di un PC utilizzando il cavo HD2110USB.

La connessione tramite porta USB richiede l'installazione di un driver fornito con il software **NoiseStudio**.

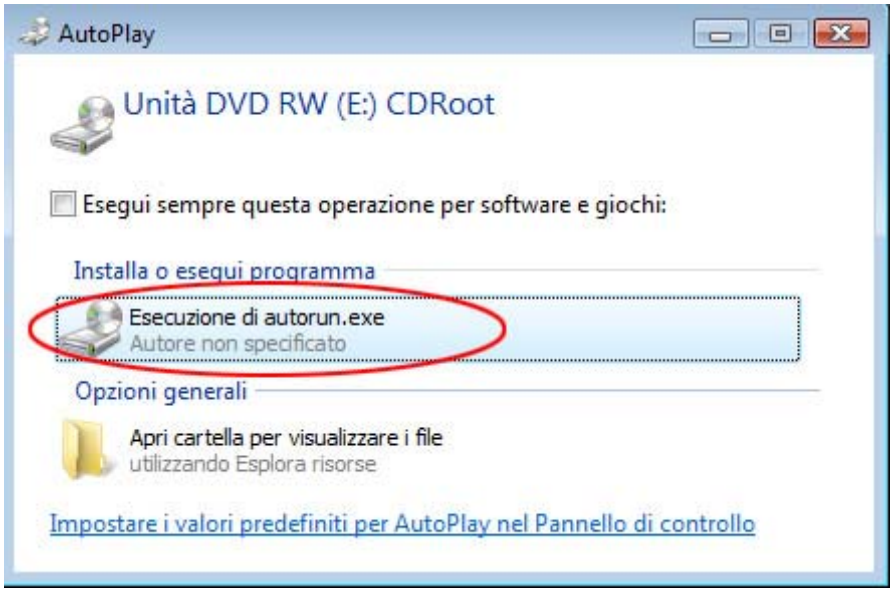
Prima di collegare il cavo USB al PC, installare il software NoiseStudio.

Con i sistemi operativi Windows 7 è necessario avviare il PC disabilitando la richiesta della firma dei driver, come spiegato nella guida all'installazione dei driver USB presente nel CDRom del software Noise Studio.

Procedere nel seguente modo:

1. **Impostare nello strumento la voce di menu "MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale" su "USB". Confermare ed uscire dal menu.**
2. **Non collegare lo strumento alla porta USB finché non viene esplicitamente richiesto.**
3. Inserire il CDRom del software **NoiseStudio** e attendere che appaia la schermata iniziale.

   Per i sistemi con Windows Vista e Windows 7, appare la schermata seguente: selezionare la voce "*Esecuzione di autorun.exe*" (Vedere "nota 1" al paragrafo seguente).


AutoPlay
Unità DVD RW (E:) CDRoot
Esegui sempre questa operazione per software e giochi:
Installa o esegui programma
Esecuzione di autorun.exe
Autore non specificato
Opzioni generali
Apri cartella per visualizzare i file
utilizzando Esplora risorse
Impostare i valori predefiniti per AutoPlay nel Pannello di controllo

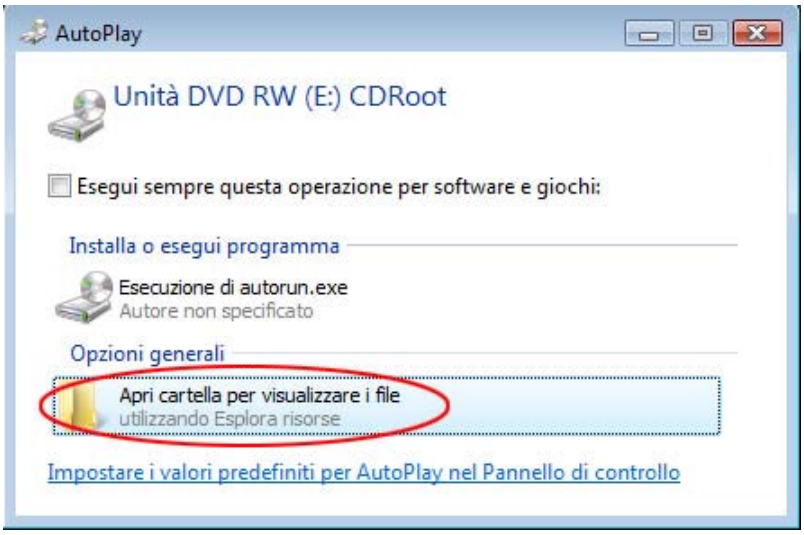
4. Si apre la schermata iniziale del software: se il sistema operativo impedisce l'apertura del software, vedere la "nota 1" al paragrafo seguente.
5. Dalla schermata iniziale del software NoiseStudio, fare un click sul tasto "Installazione driver USB" per avviare l'installazione dei driver USB.
6. Il programma verifica qual è la versione del sistema operativo Windows® e copia i relativi driver in una cartella temporanea del PC.
7. Al termine appare il messaggio che invita a connettere lo strumento alla porta USB: premere OK al messaggio e chiudere il software **NoiseStudio** premendo il tasto EXIT.
8. **Connettere lo strumento alla porta USB e accenderlo**: dopo qualche istante appare la segnalazione che è stato individuato un nuovo dispositivo.
9. Attendere alcuni secondi finché appare il messaggio che il nuovo hardware è installato e pronto all'uso.

10. L'operazione di installazione dei driver è conclusa: ad ogni successiva connessione lo strumento verrà riconosciuto automaticamente.

NOTE PER L'INSTALLAZIONE

Nota 1. Per i sistemi con Windows Vista e Windows 7.

1. Per l'installazione del software sono richiesti i privilegi di amministratore.
2. Se il sistema operativo impedisce l'apertura del software, avviare il PC come utente con privilegi di amministratore, inserire il CDRom e, alla schermata seguente, selezionare la voce "*Apri cartella per visualizzare i file*".


AutoPlay
Unità DVD RW (E:) CDRoot
Esegui sempre questa operazione per software e giochi:
Installa o esegui programma
Esecuzione di autorun.exe
Autore non specificato
Opzioni generali
Apri cartella per visualizzare i file
utilizzando Esplora risorse
Impostare i valori predefiniti per AutoPlay nel Pannello di controllo

3. Nella schermata che segue, fare un click con il tasto destro del mouse sul file "*Autorun*" e selezionare la voce "*Esegui come amministratore*":
4. Procedere dal punto 5 del paragrafo precedente.

Nota 2. Se lo strumento viene connesso alla porta USB **prima di aver installato i driver**, nei sistemi con Windows 2000 e XP si apre la schermata per la "*Installazione guidata nuovo hardware*". In Windows Vista e Windows 7 appare un errore di installazione nella "*Gestione dispositivi*": in entrambe i casi, annullare l'operazione, scollegare lo strumento e seguire la procedura dall'inizio di questa guida.

VERIFICA DELLA CORRETTA INSTALLAZIONE DEI DRIVER

Per verificare se tutta l'operazione si è conclusa correttamente, procedere in questo modo.

Nei sistemi con Windows 2000 e XP:

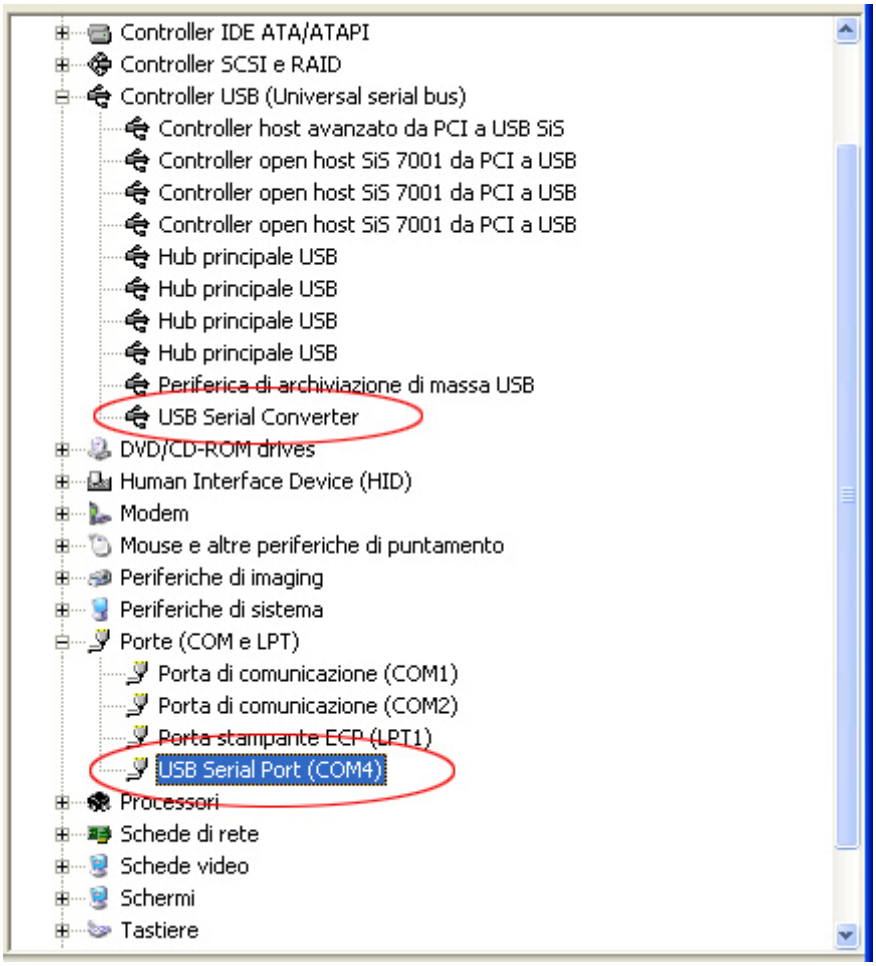
selezionare "START >> Impostazioni >> Pannello di controllo", quindi fare doppio click sull'icona SISTEMA. Selezionare la voce "Hardware >> Gestione periferiche".

Nei sistemi con Windows Vista e Windows 7:

selezionare "START >> Pannello di controllo" quindi fare un click sull'icona "Gestione dispositivi".

Connettere lo strumento alla porta USB.
Devono apparire le voci:

- *"Porte (COM e LPT) >> USB Serial Port (COM#)"* . **Il valore # è il numero assegnato alla porta seriale virtuale.**
- "*Controller USB (Universal serial bus) >> USB serial converter*"


Controller IDE ATA/ATAPI
Controller SCSI e RAID
Controller USB (Universal serial bus)
Controller host avanzato da PCI a USB SiS
Controller open host SiS 7001 da PCI a USB
Controller open host SiS 7001 da PCI a USB
Controller open host SiS 7001 da PCI a USB
Hub principale USB
Hub principale USB
Hub principale USB
Hub principale USB
Periferica di archiviazione di massa USB
USB Serial Converter
DVD/CD-ROM drives
Human Interface Device (HID)
Modem
Mouse e altre periferiche di puntamento
Periferiche di imaging
Periferiche di sistema
Porte (COM e LPT)
Porta di comunicazione (COM1)
Porta di comunicazione (COM2)
Porta stampante ECP (LPT1)
USB Serial Port (COM4)
Processori
Schede di rete
Schede video
Schermi
Tastiere

Quando il cavo USB viene scollegato, queste voci scompaiono e riappaiono appena lo si ricollega.

Nella documentazione fornita con il CDRom **NoiseStudio**, è presente una versione dettagliata con immagini della guida per la gestione dei driver USB. Sono riportati inoltre i passaggi necessari per la loro rimozione.

HD2010MC - LETTORE PER MEMORY CARD

Il lettore per memory card HD2010MC può essere impiegato con il fonometro provvisto di ingresso di collegamento seriale M12. I fonometri sprovvisti di ingresso M12 possono essere modificati per poter utilizzare il lettore di memory card HD2010MC.

DESCRIZIONE DELL'INTERFACCIA PER MEMORY CARD HD2010MC

Il lettore HD2010MC permette di espandere la capacità di memoria del fonometro. Utilizzando schede tipo SD o MMC è possibile registrare per es. profili di livello sonoro ininterrottamente per molti mesi.
E' inoltre possibile scaricare nella scheda eventuali dati presenti nella memoria interna del fonometro; questa funzione può risultare utile nei casi in cui vi sia la necessità di scaricare le misure effettuate senza spostare il fonometro o senza dover utilizzare un PC portatile.
La capacità massima delle schede di memoria è pari a 2 GB, la formattazione è di tipo FAT16.
Il lettore è alimentato direttamente dal fonometro e non richiede alimentazione esterna.

PREPARAZIONE DI UNA NUOVA SCHEDA

Una scheda nuova va formattata prima dell'uso con l'apposita funzione del software Noise Studio.
L'operazione di formattazione richiede che il PC, nel quale è installato il software Noise Studio, sia dotato di un lettore di Memory Card per PC (non fornito). Tipicamente tutti i PC portatili ed i PC da tavolo più recenti ne sono provvisti. In alternativa è possibile utilizzare un lettore esterno di memory card da connettere ad una porta USB.

Per formattare una scheda, procedere nel seguente modo:

1. Se il PC non è fornito di un lettore di schede SD/MMC, collegarne uno ad una porta USB del PC.
2. Avviare il software Noise Studio.
3. Premere il tasto *Gestione strumento* in Noise Studio: premere il tasto *Formattazione Memory Card.*
4. Selezionare il percorso della scheda da formattare e confermare con ENTER.
5. Alla schermata successiva assicurarsi che sia selezionato il parametro "File System = FAT" e premere AVVIA: la scheda viene formattata.

6. Quando appare il messaggio “Formattazione completata”, premere OK per confermare e CHIUDI per uscire.
7. Chiudere il software Noise Studio.
8. La formattazione è stata completata, la scheda è pronta per l’uso.

CONNESSIONE DELL’HD2010MC AL FONOMETRO ED USO DELLA SCHEDA

Per effettuare la connessione:

1. Spegnere il fonometro.
2. Collegare l’HD2010MC al connettore M12 del fonometro avendo cura di avvitare la ghiera del connettore. **Nell’inserimento assicurarsi che la freccia stampata sul corpo del lettore sia rivolta verso l’alto**. Il lettore va collegato al fonometro in posizione verticale.

3. Inserire la scheda di memoria nell’interfaccia HD2010MC.
4. Accendere il fonometro ed impostare la voce “MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale” su “**MC**”.
5. Il fonometro esegue l’identificazione del dispositivo. Il display del fonometro visualizza “MC connessa” e la dimensione di memoria ancora disponibile. Il LED sul lettore di schede si accende per segnalare l’avvenuta connessione.
6. Nel caso il fonometro visualizzasse “Connessione fallita”, controllare con attenzione l’inserimento della scheda di memoria e del connettore del lettore.

Quando l’interfaccia HD2010MC è connessa al fonometro, qualunque registrazione viene automaticamente inviata alla scheda di memoria anziché alla memoria interna del fonometro.

Durante la registrazione, il LED sul corpo del lettore lampeggia alla ricezione di ogni pacchetto dati.

Nel caso la memoria sia stata tutta utilizzata, la registrazione si interrompe.

Per scollegare l’interfaccia HD2010MC dal fonometro:

1. Spegnere il fonometro
2. Scollegare l’interfaccia HD2010MC

NOTA: Non sfilare la scheda di memoria dall’interfaccia con fonometro acceso e interfaccia collegata pena la perdita di tutti i dati.
Per sostituire la scheda di memoria, spegnere il fonometro.

Per disabilitare temporaneamente l'interfaccia HD2010MC:

Impostare la voce "MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale" su un dispositivo diverso da MC.

Per ripristinare il lettore, impostare la stessa voce di menu su "MC".

PER UTILIZZARE I DATI DIRETTAMENTE DA PC

Per leggere e copiare i file dalla scheda di memoria ad un PC, utilizzare un lettore di schede di memoria per PC: la scheda verrà vista come periferica esterna di memorizzazione di massa.
Non scrivere, cancellare o modificare i file attraverso il PC.
Per cancellare la scheda di memoria, usare la funzione di formattazione (si veda il paragrafo "*Preparazione di una nuova scheda*").

TRASFERIMENTO DEI DATI DAL FONOMETRO ALLA SCHEDA DI MEMORIA

Per copiare i dati dalla memoria interna del fonometro alla scheda di memoria esterna, eseguire il programma del fonometro "Tasto PROG >> Scarico dati su MC".
Questo programma permette di copiare le misure registrate nel fonometro nella scheda di memoria esterna.
Il programma è attivabile solo dopo avere connesso l'interfaccia per memory card HD2010MC come descritto al paragrafo "*Connessione dell'HD2010MC al fonometro ed uso della scheda*".
Durante lo scarico dei dati, che avviene in modo totalmente automatico, viene visualizzata una schermata dove è possibile verificare lo spazio di memoria disponibile nella scheda ed il tempo stimato per il completamento del programma.
Il trasferimento dei dati dal fonometro alla scheda di memoria **non** cancella la memoria interna del fonometro. Per cancellare il contenuto della memoria dati del fonometro, è necessario utilizzare il programma Navigatore.

Per cancellare i dati della scheda, usare solo la funzione di formattazione del Noise Studio: non è prevista la cancellazione dei singoli file contenuti nella memory card.

Il programma Navigatore non è in grado di gestire le memorizzazioni effettuate in dispositivi esterni come l'interfaccia per memory card HD2010MC.

CARATTERISTICHE TECNICHE

Tipo di schede	MMC e SD
Capacità massima	2 GB
Alimentazione	prelevata direttamente dal fonometro
Monitor di funzionamento	LED sul corpo del lettore
Connettore	M12 8 poli femmina

SPECIFICHE TECNICHE

Il fonometro HD2010UC/A è un misuratore di livello sonoro integratore di classe 1 con analisi in frequenza per bande d'ottava, di terzo d'ottava (**con l'opzione "Terzi d'ottava"**) ed analisi statistica.

Il fonometro HD2010UC/A è conforme alle seguenti norme

- IEC 61672:2002-5 Classe 1 oppure Classe 2 Gruppo X
- IEC 60651:2001-10 Classe 1 oppure Classe 2
- IEC 60804:2000-10 Classe 1 oppure Classe 2
- IEC 61260:1995-8 Classe 1 + Amendment 1:2001-09
- ANSI S1.4:1983 Tipo 1 o Tipo 2
- ANSI S1.11:1986 Order 3 Type 1-D Optional Range

Modelli di microfono

UC52 da ½ pollice, pre-polarizzato con sensibilità di 20 mV/Pa, risposta in frequenza ottimizzata per misure in "campo libero".

Modelli di preamplificatore

Per microfoni da ½ pollice pre-polarizzati con sensibilità di 20 mV/Pa:

- **HD2010PNE2**: con attacco per il microfono da ½" UC52 e driver per cavo fino a 10m. Questo preamplificatore, dotato del dispositivo CTC per la calibrazione elettrica, può essere direttamente inserito nel fonometro HD2010UC/A oppure collegato mediante cavo prolunga fino a 10m.
- **HD2010PNE2W**: preamplificatore riscaldato con attacco per il microfono da ½" UC52 e driver per cavo. Questo preamplificatore, dotato del dispositivo CTC per la calibrazione elettrica, può essere collegato al fonometro mediante il cavo da 5m in dotazione (10m in opzione).

Accessori

L'utilizzo dei seguenti accessori non altera significativamente le specifiche tecniche del fonometro HD2010UC/A:

- Schermo antivento HD SAV (con correzione spettrale Menu >> Calibrazione >> Correzione schermo >> SAV per la versione di classe 1).
- Cavo prolunga da inserire tra il preamplificatore ed il corpo del fonometro di lunghezza massima pari a 10m.
- Alimentatore stabilizzato SWD10.
- Stampante termica portatile HD40.1.
- Treppiede VTRAP e supporto per il preamplificatore HD 2110/SA.
- Protezione per ambiente esterno HD WME (con correzione spettrale Menu >> Calibrazione >> Correzione schermo >> WME per la versione di classe 1).
- HD2010MC lettore di memory card.

Ponderazioni di frequenza

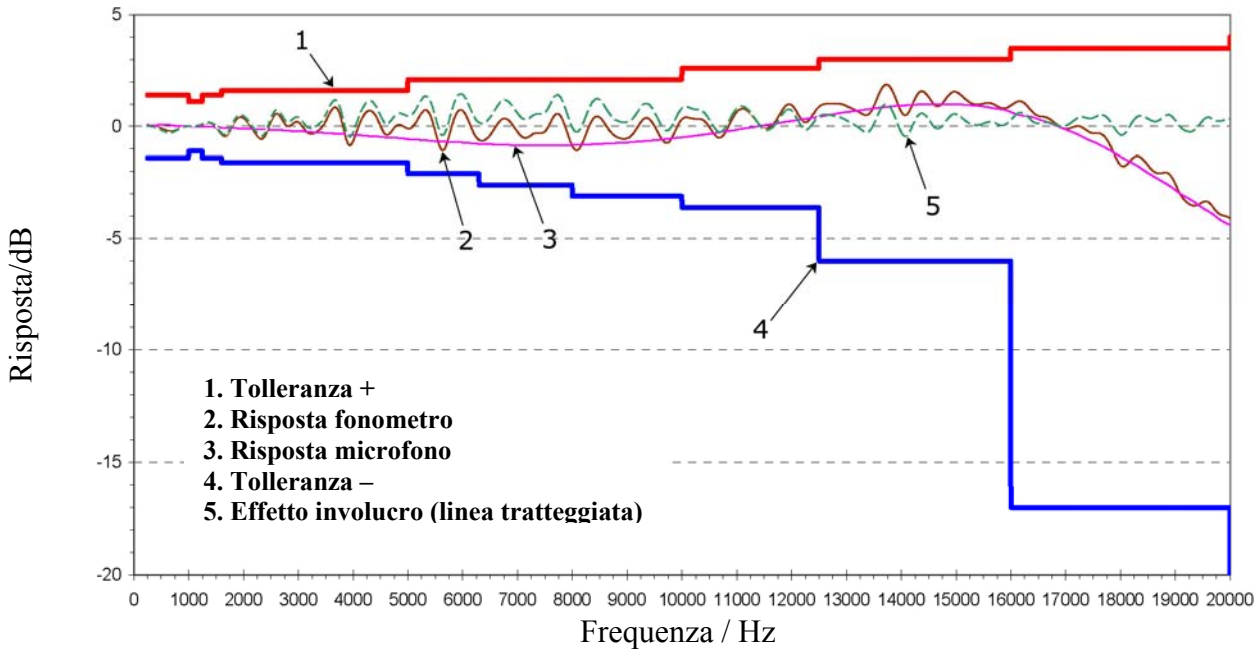
- A, C, Z per le misure RMS
- C, Z per le misure del livello di picco
- Filtri con larghezza di banda pari ad un'ottava da 31.5 Hz a 8 kHz
- Filtri con larghezza di banda pari ad un terzo d'ottava (**con l'opzione "Terzi d'ottava"**) da 25 Hz a 12.5 kHz

La ponderazione Z è piatta su tutto lo spettro audio con le seguenti caratteristiche:

Attenuazione [dB]	Campo di frequenze [Hz]
< 0.1	100 ÷ 20 k
< 1	31.5 ÷ 21 k
< 5	16 ÷ 22.5 k

I filtri con larghezza di banda pari ad un'ottava ed un terzo d'ottava sono tutti in classe 1 secondo IEC 61260.

Risposta in frequenza



La selezione di microfoni UC52, in base alle caratteristiche della risposta, e le correzioni spettrali calcolate da DSP del fonometro, permettono di ottenere una risposta in frequenza in campo libero in classe 1 secondo la IEC61672:2002. Il fonometro HD2010UC/A è anche disponibile in versione classe 2.

La risposta in frequenza della capsula microfonica dipende dalla presenza di dispositivi come lo schermo anti-vento HD SAV e la protezione per misure in ambiente esterno HD WME.

Per effettuare misure con la massima precisione possibile nelle diverse situazioni, il fonometro HD2010UC/A può applicare automaticamente le correzioni spettrali necessarie per effettuare misure in campo riverberante, oppure con lo schermo anti-vento o la protezione per esterni. La correzione spettrale per la misura in campo riverberante si abilita impostando il parametro Menu >> Calibrazione >> Risposta Microfono >> RI mentre la correzione per la presenza dello schermo anti-vento HD SAV si abilita impostando il parametro Menu >> Calibrazione >> Correzione Schermo

>> SAV. Per maggiori informazioni sulle correzioni applicate fare riferimento al manuale del microfono UC52.

Unità microfonica per esterni HD WME

Lo schermo anti-vento e la protezione per la pioggia dell'unità per esterni HD WME alterano la risposta in frequenza del microfono; per correggere la risposta è necessario impostare l'apposito parametro Menu >> Calibrazione >> Correzione Schermo su WME. Con questa impostazione il fonometro HD2010UC/A con protezione microfonica HD WME e microfono UC52/1 risulta conforme alle specifiche di classe 1 della norma IEC 61672 e, dato che la protezione per esterni si può montare solo in posizione verticale, è adatto al rilievo del rumore ambientale proveniente dall'alto, come per esempio quello dei sorvoli aerei.

Quando il parametro Menu >> Calibrazione >> Correzione Schermo è impostato su WME e la correzione per la risposta acustica del microfono (menu CALIBRAZIONE >> Risposta Microfono) è impostata su RI, viene applicata una correzione in frequenza tale da ottenere una risposta in frequenza piatta in campo diffuso. Con questa impostazione il fonometro HD2010UC/A, con la protezione per esterni HD WME montata in posizione verticale, è adatto al rilievo del rumore ambientale proveniente dal suolo.

Per maggiori informazioni sulle correzioni spettrali apportate dal fonometro HD2010UC utilizzato con protezione HD WME fare riferimento al manuale del microfono UC52.

Rumore autogenerato

Il rumore intrinseco (misurato sostituendo il microfono con l'adattatore capacitivo) per le diverse ponderazioni di frequenza, sia per la misura di livelli **rms** che per la misura dei **livelli di picco**, è riportato nelle tabelle seguenti:

Guadagno di ingresso [dB]	**Rumore intrinseco [dB]**				
	LpA	**LpC**	**LpZ**	**LpkC**	**LpkZ**
0	50	49	53	61	65
10	40	39	43	51	55
20	31	32	36	45	48
30	26	30	33	43	45
40	24	29	33	43	45

Il rumore intrinseco, per le diverse bande a larghezza percentuale costante, sia d'ottava che di terzo d'ottava, è riportato nelle seguenti tabelle:

Guadagno di ingresso [dB]	**Rumore intrinseco per bande d'ottava [dB]**								
	32	**63**	**125**	**250**	**500**	**1k**	**2k**	**4k**	**8k**
40	24	31	19	18	18	19	15	16	17

Guadagno di ingresso [dB]	**Rumore intrinseco per bande di terzo d'ottava [dB]**										
	25	**31.5**	**40**	**50**	**63**	**80**	**100**	**125**	**160**	**200**	**250**
40	20	19	15	9	9	8	8	8	8	8	9

Guadagno di ingresso [dB]	**Rumore intrinseco per bande di terzo d'ottava [dB]**										
	315	**400**	**500**	**630**	**800**	**1k**	**1.25k**	**1.6k**	**2k**	**2.5k**	**3.15k**
40	9	13	13	12	12	17	11	10	10	11	11

Guadagno di ingresso [dB]	Rumore intrinseco per bande di terzo d'ottava [dB]					
	4k	5k	6.3k	8k	10k	12.5k
40	11	11	12	12	13	13

Campo di linearità

Il limite inferiore del campo di linearità è stato calcolato come il massimo tra il limite superiore diminuito di 80 dB ed il rumore intrinseco aumentato di 7dB. Il limite superiore è pari a 141dB con guadagno di ingresso pari a 0dB e scende di 10 dB ad ogni incremento di 10 dB del guadagno. Il campo di linearità è pressoché indipendente dalla frequenza, nell'intervallo 31.5Hz… 12.5 kHz, ed è riportato nella seguente tabella in funzione del guadagno di ingresso:

Guadagno di ingresso [dB]	Parametro	Limite inferiore [dB]	Limite superiore [dB]
0	**LpA**	60	141
	LpC	60	
	LpZ	60	
	LpkC	68	144
	LpkZ	72	
10	**LpA**	50	131
	LpC	50	
	LpZ	50	
	LpkC	58	134
	LpkZ	62	
20	**LpA**	40	121
	LpC	40	
	LpZ	43	
	LpkC	52	124
	LpkZ	55	
30	**LpA**	33	111
	LpC	37	
	LpZ	40	
	LpkC	50	114
	LpkZ	52	
40	**LpA**	31	101
	LpC	36	
	LpZ	40	
	LpkC	50	104
	LpkZ	52	

Il livello di partenza, per il rilievo del campo di linearità principale, corrisponde al livello di riferimento (94 dB) ad 1 kHz. Alle altre frequenze il livello di partenza tiene conto dell'attenuazione della ponderazione di frequenza in esame. Nei campi secondari il livello di partenza subisce lo stesso incremento del guadagno di ingresso.

Tempo di integrazione

Il tempo di integrazione può essere impostato da un minimo di 1s ad un massimo di 99 ore.

Dinamica di misura in presenza di campi elettromagnetici

Livello minimo misurabile pari a 60dBA con portante da 26 MHz ad 1 GHz ed ampiezza pari a 10V/m modulata dell'80% ad 1 kHz.

Condizioni di riferimento

- Il campo di misura è quello con guadagno di ingresso pari a 10dB.
- Il livello è pari a 94dB.
- La calibrazione acustica si può effettuare con un livello sonoro compreso nell'intervallo 94dB ÷ 124dB.
- La direzione di riferimento del segnale acustico è quella dell'asse longitudinale del preamplificatore.
- Il campo acustico di riferimento è il campo libero.

Condizioni operative

- Temperatura di magazzinaggio: -25 ÷ 70°C.
- Temperatura di funzionamento: -10 ÷ 50°C.
- Umidità relativa di lavoro: 25 ÷ 90%RH, in assenza di condensa.
- Pressione statica d'esercizio: 65 ÷ 108kPa.
- Grado di protezione: IP64.

In caso di formazione di condensa occorrerà attenderne l'evaporazione completa prima di mettere in funzione il fonometro.

Derive

- Temperatura: ± 0.3dB sul campo -10 ÷ 50°C (con correzione per le derive del microfono attivata).
- Umidità relativa: ± 0.3dB sul campo 25 ÷ 90%RH, in assenza di condensa.
- Pressione statica: +0.3dB ÷ -0.1dB sul campo 65 ÷ 108kPa.

CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Tempo di preriscaldamento

Inferiore a 10 secondi.

Alimentazione:

- Batterie: 4 batterie interne 1.5V tipo AA alcaline o ricaricabili. Il fonometro non ha funzione di carica-batterie.
- Autonomia: >12 ore in modalità di acquisizione (RUN) con batterie alcaline di buona qualità. L'autonomia risulta pari a circa 8 ore quando si utilizza l'unità microfonica per esterni HD WME dotata di preamplificatore riscaldato.
- Batterie esterne: è possibile collegare un pacco batterie esterno al fonometro attraverso il connettore maschio per l'alimentazione esterna (presa ∅ 5.5mm). Il positivo dell'alimentazione va fornito al pin centrale. La batteria deve poter fornire 9 ÷ 12 V a circa 200mA/h. Il limite massimo per l'alimentazione esterna è pari a 15V.
- Rete: adattatore di rete con tensione continua da 9 ÷ 12 Vdc/300mA.
- Spegnimento: automatico escludibile

Quando la tensione delle batterie scende sotto i 3.9V il fonometro non è in grado di eseguire misure. E' tuttavia ancora possibile accedere ai dati presenti in memoria ed effettuare lo scarico dei

dati. Sotto i 3.5V lo strumento si spegne automaticamente. I dati memorizzati ed i parametri di configurazione e di calibrazione vengono mantenuti anche in assenza di alimentazione.

Livelli massimi di ingresso

Il livello sonoro massimo tollerabile con il microfono UC52 è pari a 146dB.

Il livello del segnale elettrico applicabile all'ingresso microfonico, previa sostituzione della capsula microfonica con l'apposito adattatore capacitivo, non deve superare i 10Vrms.

Uscita LINE

- Presa jack mono ∅ 3.5mm
- Segnale in uscita al preamplificatore
- Uscita non ponderata e protetta contro il corto circuito
  Guadagno: ~ 3 mV/Pa e ~ 30 mV/Pa rispettivamente per un guadagno di ingresso pari a 0dB e 20dB non calibrato
- Linearità: 100dB con livello massimo di uscita pari a 2Vpp
- Impedenza serie: 1kΩ
- Carico tipico: 100kΩ

Uscita DC

- Presa jack mono ∅ 2.5mm
- Uscita protetta contro il corto circuito
- Uscita ponderata A con costante di tempo FAST aggiornata 8 volte al secondo
- Guadagno: 10 mV/dB
- Linearità: 80dB
- Impedenza serie: 1kΩ
- Carico tipico: 100kΩ

Interfaccia seriale:

- Presa: M12 8 poli.
- Tipo: RS232C (EIA/TIA574) oppure USB 1.1 o 2.0 non isolate
- Baud rate: da 300 a 230400 baud
- Bit di dati: 8
- Parità: Nessuna
- Bit di stop: 1
- Controllo di flusso: Hardware
- Lunghezza cavo: max 15m

Cavo di prolunga per il microfono

Il preamplificatore microfonico può essere collegato al corpo del fonometro mediante un cavo prolunga (CPA) di lunghezza massima pari a 10m. Le specifiche del fonometro non vengono alterate significativamente dalla presenza del cavo.

ANALISI STATISTICA

Parametro L_{AFp} oppure L_{eq} Short oppure L_{pk}.

Campionamento 1/8 s.

Classi da 0.5dB.

Campo misure: 21dB ÷ 140dB.

4 livelli percentili programmabili da L_1 ad L_{99}.

Calcolo e visualizzazione dei grafici statistici

Grafico della distribuzione di probabilità dei livelli.

Grafico dei livelli percentili da L_1 a L_{99}.

ANALISI SPETTRALE

Campionamento: 48 kHz

Attenuazione di riferimento: 0dB

Gamma di riferimento: 50dB ÷ 130dB

Livello di riferimento: 94dB

Bande d'ottava da 31.5 Hz a 8kHz

Bande di terzo d'ottava da 25Hz a 12.5kHz (opzione)

Filtro di frequenza (solo per la visualizzazione): lineare (Z) oppure C o A.

Rapporto delle frequenze centrali: base 2

Spettri mediati *con tempo di campionamento pari a 0.5s integrato linearmente fino ad un massimo di 99 ore.*

Analisi multispettro *ad intervalli da 1 secondo fino ad un massimo di 1 ora.*

MISURA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE (OPZIONALE)

Calcolo del tempo di riverberazione mediante interruzione della sorgente sonora con procedura guidata.

Calcolo del tempo di riverberazione con la tecnica dell'integrazione della risposta all'impulso (integrazione inversa di Schroeder) con algoritmo di correzione per il rumore di fondo.

Campo di frequenze: ottave da 125 Hz ad 8 kHz ed opzionalmente terzi d'ottava da 100 Hz a 10 kHz.

Campionamento spettri: 32 spettri al secondo.

Dinamica di misura: 80dB.

Interpolazione del profilo di decadimento ottimizzata, con calcolo del coefficiente di correlazione lineare con il metodo dei minimi quadrati.

Calcolo simultaneo di: EDT, T(10), T(20), T(30) stime del tempo di riverberazione T_{60} in conformità alla norma ISO 3382.

Possibilità di calcolare T_{60} direttamente sul profilo di decadimento del livello sonoro, mediante il posizionamento di cursori, su un intervallo scelto dall'utilizzatore.

VISUALIZZAZIONE

Display grafico

128x64 pixel retroilluminato su una superficie di 56x38mm.

Modalità:

- schermata SLM (sound level meter) con 3 parametri a scelta.
- profilo temporale del livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST ad intervalli di 1/8s.

- spettri per banda d'ottava da 31.5 Hz a 8 kHz e di terzo d'ottava da 25 Hz a 12.5 kHz (con opzione).
- Distribuzione di probabilità dei livelli in classi da 0.5dB, 1dB oppure 2dB.
- Grafico dei livelli percentili da L_1 ad L_{99}.

Modalità di visualizzazione per la misura del tempo di riverberazione:

- Schermata numerica che fornisce per la banda scelta:
  - livello massimo sorgente
  - livello di rumore di fondo dell'ambiente
  - EDT, T(10), T(20), T(30)
  - Coefficienti di correlazione delle 4 stime di T_{60}.
- Profilo di decadimento del livello sonoro per la banda scelta.
- Grafico dei tempi di riverbero, per la stima scelta tra EDT, T(10), T(20) o T(30), per tutte le bande d'ottava da 125 Hz ad 8 kHz.
- Grafico dei tempi di riverbero, per la stima scelta tra EDT, T(10), T(20) o T(30), per tutte le bande di terzo d'ottava da 100 Hz a 10 kHz (con opzione "Terzi d'ottava").

MEMORIZZAZIONE DELLE MISURE

La versione base è dotata di una memoria permanente da 4MB in cui è possibile memorizzare:

- modalità di registrazione continua: più di 23 ore di acquisizione (di 3 parametri 2 volte al secondo assieme ad 1 parametro 8 volte al secondo)
- modalità Auto-Store: più di 48 ore di registrazione di 3 parametri e degli spettri per bande d'ottava e di terzo d'ottava (con l'opzione "Terzi d'ottava") ad intervalli pari a 5 secondi.
- modalità di registrazione di rapporti: più di 5 giorni di memorizzazione di rapporti ad intervalli pari ad 1 minuto contenenti 5 parametri a scelta, spettro medio per bande di terzo d'ottava ed analisi statistica completa.

La memoria è espandibile ad 8MB in opzione.

Sicurezza dei dati memorizzati

Indipendente dalle condizioni di carica delle batterie

PROGRAMMI

Programmi di calibrazione e diagnostica

- Calibrazione acustica ad 1 kHz con calibratore di livello sonoro compreso nell'intervallo 94dB ÷ 124dB
- Calibrazione elettrica con generatore incorporato.
- Programma "Check diagnostico".

Programma per la misura del tempo di riverberazione

Questo programma permette di misurare, con procedura guidata, il tempo di riverberazione, sia con la tecnica della sorgente sonora interrotta che con la risposta all'impulso integrata.

Programmi di interfaccia ed elaborazione mediante PC

- **Noise Studio (modulo base)** per lo scarico e visualizzazione grafica dei dati memorizzati e la configurazione dello strumento

Noise Studio prevede una serie di moduli aggiuntivi per l'analisi e post-elaborazione dei dati fonometrici acquisiti con i fonometri Delta Ohm. Le funzioni di questi moduli sono specificatamente studiate per determinate applicazioni (come l'analisi del rumore in ambiente di lavoro, l'analisi del rumore ambientale oppure la valutazione dei requisiti acustici degli immobili) e **sono attivabili con licenza con chiave hardware CH20**.

- Modulo **"Monitor" -** cod. **NS4 -** per il monitoraggio acustico ed il controllo remoto da PC anche via modem. Acquisizioni programmate, identificazione di eventi e registrazione audio sincronizzata.
- Modulo **"Inquinamento Acustico" -** cod. **NS2A -** Analisi del clima acustico su base giornaliera, settimanale e annuale inclusi rumore da traffico stradale, ferroviario ed aeroportuale. Il programma effettua analisi statistiche e spettrali ed identifica automaticamente eventi rumorosi. Le analisi sono effettuate in conformità alla normativa nazionale (D.L. 194/2005 e D.M. 16/03/1998) e comunitaria in materia di inquinamento acustico e mappatura del territorio.
- Modulo **"Rumore ambientale" -** cod. **NS5 -** Analisi dell'inquinamento acustico e delle sorgenti di rumore ambientale. Il programma effettua analisi statistiche e spettrali ed identifica automaticamente le componenti impulsive e tonali delle sorgenti di rumore. Le analisi sono effettuate in conformità alla normativa nazionale (D.L. 194/2005 e D.M. 16/03/1998) e comunitaria in materia di inquinamento acustico.
- Modulo "**Isolamento Acustico**" **-** cod. **NS3 -** per la valutazione dei requisiti acustici passivi degli edifici in conformità alla normativa vigente. Calcolo del tempo di riverberazione di stanze e auditori e dell'isolamento di partizioni, facciate e solai in laboratorio e in opera, secondo le norme ISO 140. Calcolo degli indici di isolamento secondo ISO 717-1:1996 e ISO 7817-2:1996. Questo programma richiede l'installazione dell'opzione "Tempo di Riverbero".
- Modulo "**Protezione Lavoratori**" **-** cod. **NS1 -** Analisi dell'esposizione al rumore in ambiente di lavoro in conformità al D.L. 81/2008, alla norma UNI 9432:2011 ed alla norma ISO 9612:2011. Calcolo dei livelli di esposizione e delle relative incertezze e valutazione dell'efficacia dei dispositivi di protezione individuale, dell'indice di impulsività delle sorgenti di rumore.

Per una dettagliata descrizione delle funzioni di analisi attualmente disponibili rivolgersi al proprio rivenditore autorizzato.

Firmware

Aggiornabile tramite la porta seriale con software NoiseStudio

ALTRE CARATTERISTICHE

Stampa

- Diretta dei parametri acquisiti (stampa della singola misura),
- Continua (Monitor).

Alloggiamento

- Dimensioni (Lunghezza x Larghezza x Altezza): 445x100x50mm completo di preamplificatore,
- Peso: 740g (completo di batterie)
- Materiali: ABS, gomma

Tempo

- Data e ora: orologio e datario aggiornato in tempo reale
- Deviazione massima: 1min/mese

NORME DI RIFERIMENTO

- IEC 60651:2001, Classe 1 o 2
- IEC 60804:2000 , Classe 1 o 2
- IEC 61672-1:2002, Classe 1 o 2 Gruppo X
- IEC 61260:1995 per bande d'ottava e di terzo d'ottava, Classe 1
- ANSI S1.4-1983, Tipo 1 o 2
- ANSI S1.11-1986 per bande d'ottava e di terzo d'ottava, Ordine 3, Classe 1-D, Gamma Estesa.

NORME STANDARD EMC

• Grado di protezione	IP64
• Sicurezza	EN61010-1
• Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'immunità. Ambiente industriale.	EN61000-6-2:2005
• Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'emissione. Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera.	EN61000-6-3:2007
• Immunità alle scariche elettrostatiche	EN61000-4-2 livello 3
• Suscettibilità alle interferenze elettromagnetiche	EN61000-4-3 livello 3
• Immunità ai transitori elettrici veloci	EN61000-4-4 livello 3
• Immunità ai disturbi condotti	EN61000-4-6
• Interferenze elettromagnetiche - Emissioni condotte	EN55022:2007 classe B
• Interferenze elettromagnetiche - Emissioni irradiate	IEC/CISPR 22 classe B

LEGISLAZIONE ITALIANA

- Rumore in ambiente di lavoro: D.L. 81/2008, norma UNI9432 del 2011, ISO9612 del 2011, Direttiva 2008/46/CE
- Valutazioni di clima acustico e monitoraggi con cattura di eventi sonori
- Rumore nei locali di intrattenimento danzante: D.P.C.M. 215 del 16/04/99
- Emissione sonora di macchine D.L. 262 del 04/09/2002, Direttiva 2005/88/CE
- Misurazione dei parametri acustici degli ambienti e classificazione acustica delle unità immobiliari: UNI EN ISO 3382 ed UNI 11367:2010 (con l'opzione "Tempo di Riverbero").

CODICI DI ORDINAZIONE

HD2010UC/A.kit1: kit fonometro integratore e analizzatore di classe 1 HD2010UC/A con analisi di spettro per bande d'ottava, memoria da 4MB, con funzioni di data logging avanzate, analisi statistica completa, cattura ed analisi di eventi sonori.

Il kit comprende: fonometro HD2010UC/A di classe 1, microfono UC52/1, preamplificatore HD2010PNE2, schermo antivento HDSAV, cavo prolunga per microfono da 5m CPA/5, cavo seriale RS232 null-modem per connessione a porte tipo COM (HD2110RS) oppure USB (HD2110USB), software di interfaccia per PC NoiseStudio (modulo base), valigetta tipo 24 ore, manuale di istruzioni.

Il kit include: Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2 e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 61260, del banco di filtri d'ottava.

HD2010UC/A.kit1E: kit fonometro integratore e analizzatore di classe 1 HD2010UC/A con preamplificatore e microfono protetti dagli agenti atmosferici **per misure in ambiente esterno,** analisi di spettro per bande d'ottava, memoria da 4MB, con funzioni di data logging avanzate, analisi statistica completa, cattura ed analisi di eventi sonori.

Il kit comprende: fonometro HD2010UC/A di classe 1, microfono UC52/1, preamplificatore riscaldato HD2010PNE2W con cavo da 5m (fino a 10m su richiesta), protezione microfonica per esterni HDWME, cavo seriale RS232 null-modem per connessione a porte tipo COM (HD2110RS) oppure USB (HD2110USB), software di interfaccia per PC NoiseStudio (modulo base), valigetta tipo 24 ore, manuale di istruzioni.

Il kit include: Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2W e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 61260, del banco di filtri d'ottava.

HD2010UC/A.kit1IE: kit fonometro integratore e analizzatore di classe 1 HD2010UC/A con preamplificatore standard, preamplificatore e microfono protetti dagli agenti atmosferici **per misure in ambiente interno ed esterno,** analisi di spettro per bande d'ottava, memoria da 4MB, con funzioni di data logging avanzate, analisi statistica completa, cattura ed analisi di eventi sonori.

Il kit comprende: fonometro HD2010UC/A di classe 1, microfono UC52/1, preamplificatore HD2010PNE2, preamplificatore riscaldato HD2010PNE2W con cavo da 5m (fino a 10m su richiesta), protezione microfonica per esterni HDWME, cavo seriale RS232 null-modem per connessione a porte tipo COM (HD2110RS) oppure USB (HD2110USB), software di interfaccia per PC NoiseStudio (modulo base), valigetta tipo 24 ore, manuale di istruzioni.

Il kit include: Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2W e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2 e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 61260, del banco di filtri d'ottava.

HD2010UC/A.kit2: kit fonometro integratore e analizzatore di classe 2 HD2010UC/A con analisi di spettro per bande d'ottava in classe 1, memoria da 4MB, con funzioni di data logging avanzate, analisi statistica completa, cattura ed analisi di eventi sonori.

Il kit comprende: fonometro HD2010UC/A di classe 2, microfono UC52, preamplificatore HD2010PNE2, schermo antivento HDSAV, cavo prolunga per microfono da 5m CPA/5, cavo seriale RS232 null-modem per connessione a porte tipo COM (HD2110RS) oppure USB

(HD2110USB), software di interfaccia per PC NoiseStudio (modulo base), valigetta tipo 24 ore, manuale di istruzioni.

Il kit include: Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2 e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 61260, del banco di filtri d'ottava.

HD2010UC/A.kit2E: kit fonometro integratore e analizzatore di classe 2 HD2010UC/A con preamplificatore e microfono protetti dagli agenti atmosferici **per misure in ambiente esterno,** analisi di spettro per bande d'ottava in classe 1, memoria da 4MB, con funzioni di data logging avanzate, analisi statistica completa, cattura ed analisi di eventi sonori.

Il kit comprende: fonometro HD2010UC/A di classe 2, microfono UC52, preamplificatore riscaldato HD2010PNE2W con cavo da 5m (fino a 10m su richiesta), protezione microfonica per esterni HD WME, cavo seriale RS232 null-modem per connessione a porte tipo COM (HD2110RS) oppure USB (HD2110USB), software di interfaccia per PC NoiseStudio (modulo base), valigetta tipo 24 ore, manuale di istruzioni.

Il kit include: Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2W e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 61260, del banco di filtri d'ottava.

HD2010UC/A.kit2IE: kit fonometro integratore e analizzatore di classe 2 HD2010UC/A con preamplificatore standard, preamplificatore per misure in ambiente esterno e microfono con protezione dagli agenti atmosferici **per misure in ambiente interno ed esterno,** analisi di spettro per bande d'ottava, memoria da 4MB, con funzioni di data logging avanzate, analisi statistica completa, cattura ed analisi di eventi sonori.

Il kit comprende: fonometro HD2010UC/A di classe 2, microfono UC52, preamplificatore HD2010PNE2, preamplificatore riscaldato HD2010PNE2W con cavo da 5m (fino a 10m su richiesta), protezione microfonica per esterni HD WME, cavo seriale RS232 null-modem per connessione a porte tipo COM (HD2110RS) oppure USB (HD2110USB), software di interfaccia per PC NoiseStudio (modulo base), valigetta tipo 24 ore, manuale di istruzioni.

Il kit include: Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2W e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 60651 e IEC 60804, della catena composta da fonometro, preamplificatore HD2010PNE2 e microfono; Certificato di taratura, secondo IEC 61260, del banco di filtri d'ottava.

Opzioni, accessori e software

HD2010.O0 "Modulo di memoria": banco di memoria aggiuntivo da 4MB.

HD2010.O1 "Terzi d'ottava": analisi spettrale per bande di terzo d'ottava da 25Hz a 12,5kHz classe 1 secondo IEC 61260. Include il Certificato di taratura secondo IEC61260.

HD2010.O4 "Tempo di riverbero": misura del tempo di riverbero sia mediante interruzione della sorgente sonora che con la tecnica della risposta all'impulso integrata con sorgente impulsiva.

HD2020: calibratore di livello sonoro classe 1 secondo IEC60942:2003 con display LCD. Include il certificato di taratura.

HD9101: calibratore di livello sonoro classe 1 secondo IEC60942:1988. Livello sonoro 94dB/114dB. Include il certificato di taratura.

HD9102: calibratore di livello sonoro classe 2 secondo IEC60942:1988. Livello sonoro 94dB/114dB. Include il certificato di taratura.

CPA/10: cavo prolunga da 10m per il preamplificatore HD2010PNE2.

SWD10: alimentatore stabilizzato a tensione di rete Vin=100÷240Vac / Vout=12Vdc/1000mA.

VTRAP: treppiede altezza max 1550mm.

VTRAP.H4: treppiede altezza max 4m.

HD2110/SA: supporto per fissare il preamplificatore al treppiede.

HD2110RS: cavo RS232 tipo null-modem con connettore DB9 standard.

HD2110USB: cavo USB con connettore tipo A.

HD40.1: kit composto da stampante portatile termica a 24 colonne, interfaccia seriale, larghezza della carta 57mm, 4 batterie ricaricabili NiMH da 1.2V, alimentatore SWD10, 5 rotoli di carta termica e manuale d'istruzioni.

HD2010MC: modulo per data logging e scarico dei dati in schede di memoria tipo MMC o SD, inclusa card SD 1 GB

Moduli software di analisi

CH20: chiave hardware per PC con sistema operativo Windows. Inserita in una porta USB, abilita il PC all'uso dei moduli software di analisi.

NS1 Modulo "**Protezione Lavoratori**" Analisi dell'esposizione al rumore in ambiente di lavoro in conformità al D.L. 81/2008, alla norma UNI 9432:2011 ed alla norma ISO 9612:2011. Calcolo dei livelli di esposizione e delle relative incertezze e valutazione dell'efficacia dei dispositivi di protezione individuale, dell'indice di impulsività delle sorgenti di rumore.

NS2A Modulo "**Inquinamento Acustico**" Analisi del clima acustico su base giornaliera, settimanale e annuale inclusi rumore da traffico stradale, ferroviario ed aeroportuale. Il programma effettua analisi statistiche e spettrali ed identifica automaticamente eventi rumorosi. Le analisi sono effettuate in conformità alla normativa nazionale (D.L. 194/2005 e D.M. 16/03/1998) e comunitaria in materia di inquinamento acustico e mappatura del territorio.

NS3 Modulo "**Isolamento Acustico**" per la valutazione dei requisiti acustici passivi e la classificazione degli immobili in conformità alla normativa vigente. Calcolo del tempo di riverberazione di stanze e auditori e dell'isolamento di partizioni, facciate e solai in laboratorio e in opera, secondo le norme ISO 140. Calcolo degli indici di isolamento secondo ISO 717-1:1996 e ISO 7817-2:1996. Questo programma richiede l'installazione nel fonometro dell'opzione "Tempo di Riverbero".

NS4 Modulo "**Monitor**" per il monitoraggio acustico ed il controllo remoto da PC anche via modem. Acquisizioni programmate, identificazione di eventi e registrazione audio sincronizzata.

NS5 Modulo "**Rumore ambientale**" Analisi dell'inquinamento acustico e delle sorgenti di rumore ambientale. Il programma effettua analisi statistiche e spettrali ed identifica automaticamente le componenti impulsive e tonali delle sorgenti di rumore. Le analisi sono effettuate in conformità alla normativa nazionale (D.L. 194/2005 e D.M. 16/03/1998) e comunitaria in materia di inquinamento acustico.

Ricambi ed altri accessori

UC52/1: microfono prepolarizzato per campo libero con risposta in frequenza in classe 1.

UC52: microfono prepolarizzato per campo libero con risposta in frequenza in classe 2.

HD WME: protezione microfonica per esterni. Include: supporto per il preamplificatore in acciaio inox HD WME3, schermo antivento HD SAV3, schermo anti-pioggia HD WME2, dissuasore per i volatili HD WME1.

HD WME1: dissuasore per i volatili per la protezione per esterni HD WME.

HD WME2: schermo anti-pioggia per la protezione per esterni HD WME.

HD SAV3: schermo antivento per la protezione per esterni HD WME.

HD SAV: schermo antivento per microfono da 1/2".

BAT-40: pacco batterie di ricambio per la stampante HD40.1 con sensore di temperatura integrato.

RCT: kit di quattro rotoli di carta termica larghezza 57mm, diametro 32mm.

HD2010PNE2: preamplificatore microfonico con attacco standard per microfoni da ½" prepolarizzati. E' dotato del dispositivo CTC per la calibrazione elettrica.

HD2010PNE2W: preamplificatore microfonico riscaldato (per l'unità HD WME) con attacco standard per microfoni da ½" prepolarizzati. E' dotato del dispositivo CTC per la calibrazione elettrica e di cavo di connessione da 5m (altre lunghezze a richiesta).

CPA/5: cavo prolunga da 5m per il preamplificatore HD2010PNE2.

COME FARE PER …

In questo capitolo viene descritto passo passo come procedere per eseguire le misure più ricorrenti nel campo dell'acustica usando il fonometro HD2010UC/A.
Se necessario, si veda la descrizione delle funzioni dei tasti da pag.116 e le diverse modalità di visualizzazione da pag.12 in poi.

PROCEDURA DI MISURA

Il fonometro HD2010UC/A è in grado di acquisire contemporaneamente 3 parametri 2 volte al secondo, inoltre viene acquisito il livello sonoro ponderato A con costante di tempo FAST 8 volte al secondo (PROFILO). I parametri disponibili sono quelli riportati nelle tabelle dell'appendice A1 a pag.123.

Sound Level Meter (SLM) *- Si veda anche la descrizione a pag.15.*
Con il tasto MODE ci si porta nella schermata SLM dove vengono visualizzati 3 parametri di misura in forma numerica. Mediante il tasto SELECT è possibile impostare il tempo di integrazione (Tint), il campo misure e scegliere i parametri da visualizzare come descritto al paragrafo "*Selezione dei parametri*" del capitolo "*Modalità SLM (sound level meter)*" a pag. 15.
In alternativa è possibile impostare i parametri di acquisizione da menu, come descritto al capitolo "DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI DEL MENU"a pag. 39. Una volta impostati i parametri con il tasto START/STOP/RESET si avvia l'esecuzione delle misure.

Se il fonometro è impostato con modalità di integrazione singola (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: SING), trascorso il tempo Tint, appare l'indicazione HOLD; l'aggiornamento del display si blocca. A questo punto è possibile stampare o memorizzare i valori, lo strumento nel frattempo continua ad acquisire. Per riprendere l'aggiornamento, basta premere il tasto HOLD. Se si sta effettuando una registrazione continua, trascorso il tempo Tint l'acquisizione si arresta automaticamente.

In fase di misura è possibile bloccare temporaneamente l'aggiornamento del display premendo il tasto HOLD. L'aggiornamento riprende alla successiva pressione dello stesso tasto. Anche se il display non viene aggiornato lo strumento continua a misurare.

E' possibile bloccare temporaneamente l'acquisizione ed il calcolo dei parametri integrati premendo il tasto PAUSE. In PAUSE il calcolo dei parametri integrati, come per esempio il Leq ed i livelli massimi, è sospeso; in questa fase è possibile cancellare il contributo degli ultimi secondi di acquisizione utilizzando la funzione "Cancellazione" con i tasti LEFT e RIGHT, come descritto al paragrafo "*Funzione Cancellazione*" a pag. 17. In PAUSE è possibile azzerare tutti i parametri integrati premendo il tasto START/STOP/RESET. L'acquisizione riprende premendo un seconda volta il tasto PAUSE.

In qualsiasi momento è possibile stampare quanto visualizzato premendo il tasto PRINT. Per attivare la stampa continua (*Monitor*) basta premere per almeno 2 secondi il tasto PRINT. La lettera **M** lampeggiante sovrapposta all'indicatore di stato indica l'attivazione della funzione Monitor. La funzione Monitor rimane attiva anche passando ad altre schermate di misura ed è disattivabile premendo il tasto PRINT una seconda volta oppure fermando l'acquisizione con il tasto START/STOP/RESET.

Se invece il fonometro è impostato con modalità di integrazione *multipla* (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: MULT), trascorso il tempo Tint i livelli integrati vengono azzerati ed ha inizio un nuovo ciclo di misure. La registrazione in modalità Auto-Store consente di salvare in memoria gli spettri per banda d'ottava e di terzo d'ottava (se è presente l'opzione) assieme ai parametri visualizzati nella schermata SLM a cadenza pari al tempo Tint.

In qualsiasi momento è possibile memorizzare quanto visualizzato premendo per almeno 2 secondi il tasto REC. Non appena il dato viene salvato in memoria compare una schermata di conferma del titolo della registrazione. Se si attiva la registrazione singola con il fonometro in modalità STOP compare per prima la schermata che consente di attivare la registrazione automatica (Auto-Store).

Profilo temporale *- Si veda anche la descrizione a pag. 18.*

Con il tasto MODE ci si porta nella schermata PROFILO dove viene visualizzato, in forma grafica, il profilo temporale del livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST. L'intervallo di campionamento è pari ad 1/8s.

Con il tasto START/STOP/RESET, si avvia l'esecuzione delle misure.
Se il fonometro è impostato con modalità di integrazione singola (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: SING), trascorso il tempo Tint (che è definito nella schermata SLM), appare l'indicazione HOLD e l'aggiornamento del profilo temporale viene momentaneamente sospeso. Lo strumento nel frattempo continua ad acquisire e, per riprendere l'aggiornamento, basta premere il tasto HOLD. Se si sta effettuando una registrazione continua, trascorso il tempo Tint l'acquisizione si arresta automaticamente.

In fase di misura è possibile bloccare temporaneamente l'aggiornamento del display premendo il tasto HOLD. L'aggiornamento riprende alla successiva pressione dello stesso tasto. Anche se il display non viene aggiornato lo strumento continua a misurare.

E' anche possibile bloccare temporaneamente l'acquisizione premendo il tasto PAUSE. In pausa è possibile azzerare il grafico premendo il tasto START/STOP/RESET. L'acquisizione riprende premendo un seconda volta il tasto PAUSE.

In qualsiasi momento è possibile attivare un cursore premendo il tasto CURSOR. Premendo il tasto CURSOR una seconda volta si attiverà un secondo cursore mentre, premendolo una terza volta, entrambi i cursori saranno attivati in "tracking". Utilizzando le frecce LEFT e RIGHT sul tastierino è possibile portare i cursori selezionati nel punto desiderato per rilevare il livello misurato ed il tempo corrispondente di acquisizione. Premere il tasto CURSOR ancora una volta per disattivare i cursori.

In qualsiasi momento è possibile stampare quanto visualizzato premendo il tasto PRINT. Per attivare la stampa continua (Monitor) basta premere per alcuni secondi il tasto PRINT. La lettera M lampeggiante sovrapposta all'indicatore di stato segnala l'attivazione della funzione Monitor. La funzione Monitor rimane attiva anche passando ad altre schermate di misura ed è disattivabile premendo il tasto PRINT oppure fermando l'acquisizione con il tasto STOP.

Spettro (spettri per bande d'ottava e di terzo d'ottava) - Si veda anche la descrizione a pag.20.

Con il tasto MODE ci si porta nella schermata SPETTRO per bande d'ottava o per bande di terzo d'ottava (**con l'opzione "Terzi d'Ottava"**) dove viene visualizzato in forma grafica lo spettro di frequenza per bande a larghezza percentuale costante. Mediante il tasto SELECT, si imposta il tempo di integrazione oppure la ponderazione di frequenza del canale ausiliario a larga banda, come descritto al paragrafo "Modalità spettro" a pag. 20. In alternativa è possibile impostare i parametri di acquisizione da menu, come descritto al capitolo "DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI DEL MENU" a pag. 39. Una volta impostati i parametri con il tasto START/STOP/RESET si avvia l'esecuzione.

Quando il fonometro è impostato con modalità di integrazione singola (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: SING), trascorso il tempo Tint (che è in comune con la schermata SLM), appare l'indicazione HOLD, l'aggiornamento dello spettro viene momentaneamente sospeso. Lo strumento nel frattempo continua ad acquisire e, per riprendere l'aggiornamento, basta premere il tasto HOLD. In fase di misura è possibile bloccare temporaneamente l'aggiornamento

del display premendo il tasto HOLD. L'aggiornamento riprende alla successiva pressione dello stesso tasto. Anche se il display non viene aggiornato lo strumento continua a misurare.
E' possibile bloccare temporaneamente l'acquisizione premendo il tasto PAUSE. In PAUSE è possibile azzerare il grafico premendo il tasto START/STOP/RESET. L'acquisizione riprende premendo un seconda volta il tasto PAUSE.

In qualsiasi momento è possibile stampare quanto visualizzato premendo il tasto PRINT. Per attivare la stampa continua (Monitor) basta premere per alcuni secondi il tasto PRINT. La lettera M lampeggiante sovrapposta all'indicatore di stato indica l'attivazione della funzione Monitor. La funzione Monitor rimane attiva anche passando ad altre schermate di misura ed è disattivabile premendo il tasto PRINT oppure fermando l'acquisizione con il tasto STOP.

Quando il fonometro è impostato con modalità di integrazione multipla (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: MULT), trascorso il tempo Tint i livelli integrati vengono azzerati ed ha inizio un nuovo ciclo di misure. La registrazione in modalità Auto-Store consente di salvare in memoria gli spettri per banda d'ottava e di terzo d'ottava (se è presente l'opzione) assieme ai parametri visualizzati nella schermata SLM a cadenza pari al tempo Tint.

In qualsiasi momento è possibile memorizzare quanto visualizzato premendo per almeno 2 secondi il tasto REC. Non appena il dato viene salvato in memoria compare una schermata che consente di inserire il titolo della registrazione. Se si attiva la registrazione singola con il fonometro in modalità STOP compare per prima la schermata che consente di attivare la registrazione automatica (Auto-Store).

Premendo il tasto CURSOR è possibile attivare, in qualsiasi momento, un cursore. Premendo il tasto CURSOR una seconda volta si attiverà un secondo cursore, premendolo una terza volta, entrambi i cursori saranno attivati in "tracking".

Utilizzando le frecce LEFT e RIGHT sul tastierino è possibile portare i cursori selezionati nel punto desiderato per rilevare il livello misurato e la frequenza centrale della banda selezionata. Premere il tasto CURSOR ancora una volta per disattivare i cursori. Si veda il paragrafo "Uso dei cursori" a pag. 22.

MEMORIZZAZIONE DELLE MISURE

Il fonometro HD2010UC/A dispone di tre distinte modalità di memorizzazione:

1. La **Registrazione Continua** viene attivata premendo simultaneamente i tasti REC e START e comporta la memorizzazione della schermata SLM (2 campione al secondo) assieme al profilo temporale del livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST (8 campioni al secondo). È inoltre possibile memorizzare i dati dei gruppi Rapporto ed Eventi costituiti ciascuno da 5 parametri programmabili, spettri medi per banda d'ottava e di terzo d'ottava ed analisi statistica completa. I dati del gruppo Evento vengono memorizzati al termine di ciascun evento ed i dati del gruppo Rapporto vengono memorizzati ad intervalli programmabili da 1s ad 1 ora.
   Il simbolo REC come indicatore di stato indica quando il fonometro sta registrando. Premendo il tasto STOP la registrazione sarà ultimata e verrà richiesto di confermare il titolo. Durante la registrazione è possibile premere il tasto PAUSE per sospendere la registrazione.
   Quando il fonometro è impostato con modalità di integrazione multipla (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: MULT), trascorso il tempo Tint i livelli integrati vengono azzerati ed ha inizio un nuovo ciclo di misure. Con questa impostazione uno speciale marker segnala l'ultimo dato registrato di ciascun ciclo.
2. La modalità **Auto-Store** viene attivata attraverso il parametro MENU >> Registrazione >> Auto-Store oppure premendo per almeno 2 secondi il tasto REC con il fonometro in STOP e scegliendo l'opzione AUTO quando viene richiesto di scegliere l'opzione di registrazione. L'attivazione della modalità di registrazione Auto-Store in abbinamento con la modalità di in-

tegrazione multipla (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: MULT) consente di registrare ad intervalli corrispondenti al tempo di integrazione impostato (MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di integrazione), quanto visualizzato nelle schermate SLM, OTTAVE e T.OTTAVE (se è presente l'opzione).
Con questa impostazione il fonometro, raggiunto il tempo di integrazione, effettua la registrazione dei dati, azzera tutti i livelli integrati, ed inizia automaticamente un nuovo periodo di integrazione. Premendo il tasto START lo strumento inizierà la registrazione e premendo il tasto STOP la registrazione sarà ultimata e verrà richiesto di confermare il titolo. Il simbolo REC lampeggiante, sovrapposto all'indicatore di stato RUN, indica quando il fonometro sta registrando. Per disabilitare la modalità Auto-Store e l'integrazione multipla è sufficiente premere brevemente il tasto REC con il fonometro in STOP. La modalità di registrazione Auto-Store in abbinamento con la modalità di integrazione singola (MENU >> Generale >> Misure >> Modo di integrazione: SING) consente di registrare automaticamente quanto visualizzato nelle schermate SLM, OTTAVE e T.OTTAVE (con opzione) al termine dell'intervallo di integrazione impostato (MENU >> Generale >> Misure >> Intervallo di integrazione); la misura verrà automaticamente interrotta subito dopo la registrazione.

3. La memorizzazione di una **singola schermata** si ottiene premendo per almeno due secondi il tasto REC con lo strumento in RUN oppure in STOP. Se lo strumento si trova in STOP viene dapprima chiesto se si desidera attivare la memorizzazione automatica oppure manuale; scegliendo quest'ultima saranno memorizzati i dati presenti sulla schermata corrente.

La *Registrazione Continua* permette di registrare il profilo temporale di livelli istantanei ed integrati. E' quindi possibile, per esempio, registrare 8 volte al secondo il livello di pressione sonora con costante di tempo FAST e contemporaneamente 2 volte al secondo i livelli di pressione sonora con costante di tempo SLOW, il livello di picco, ed il Leq su 0.5s; al termine della registrazione è possibile memorizzare manualmente lo spettro medio che è stato calcolato durante la registrazione.

La modalità di registrazione Auto-Store, in abbinamento alla modalità di integrazione multipla, consente invece di memorizzare i livelli sonori e gli spettri ad intervalli prefissati, azzerandoli automaticamente all'inizio di ciascun intervallo. E' quindi possibile, per esempio, registrare ad intervalli programmabili da 1s a 99ore, il Leq, il SEL ed il livello di pressione sonora massimo con costante di tempo SLOW; parallelamente vengono registrati sullo stesso intervallo gli spettri medi per banda d'ottava e, con l'opzione, di terzo d'ottava.

MISURA DELLA DOSE DI RUMORE

La Dose rappresenta la percentuale di un valore massimo di esposizione al rumore nell'arco di una giornata. È definita come:

$$D(Q) = \frac{100}{T_c} \cdot \int_0^T 10^{\frac{L-L_c}{q}} dt$$

dove:

D(Q) = percentuale di esposizione per un fattore di scambio (Exchange Rate) pari a Q.
T_c = durata di esposizione giornaliera (solitamente 8 ore).
T = durata della misura.
L = livello di pressione sonora quando è superiore al livello di soglia (Threshold Level) e -∞ altrimenti.
L_c = livello di riferimento (Criterion Level) per un'esposizione giornaliera corrispondente al 100% di dose.
Q = fattore di scambio (Exchange Rate).

q = parametro dipendente dal fattore di scambio pari a:
- 10 per Q = 3dB
- 5/log2 per Q = 5dB
- 4/log2 per Q = 4dB

Il fonometro calcola i parametri *DOSE (A)* che è la percentuale di dose effettiva e *DOSE,d (A)* che è la DOSE giornaliera stimata in base ai parametri programmati.

Il calcolo della DOSE è caratterizzato da tre parametri:
1. ***DOSE Criterion*** è il valore costante di SPL la cui esposizione continua per 8 ore determina una DOSE del 100%.
2. ***Soglia DOSE*** che rappresenta il livello di SPL al di sotto del quale la DOSE non viene aumentata.
3. ***Fattore di scambio*** è la variazione del valore di SPL che determina un raddoppio o un dimezzamento della durata dell'esposizione a parità di DOSE Criterion. Sono previsti i valori 3, 4 o 5dB.

I tre parametri di configurazione sono raccolti nel sottomenu Measurement (MENU >> Generale >> Misure): una volta impostati, spostarsi nel sottomenu Sound Level Meter (MENU >> Fonometro) e selezionare, in base al tipo di misura da effettuare, il parametro DOSE (A) o il parametro DOSE,d (A).
Il tempo di integrazione può essere inserito direttamente nella finestra di misura SLM. A questo punto lo strumento è pronto per eseguire la misura: premere il tasto START. Trascorso il tempo Tint, lo strumento si porta in stato di HOLD visualizzando la DOSE calcolata sul tempo impostato.

ANALISI STATISTICA

Nella modalità di visualizzazione SLM sono selezionabili fino a 3 livelli percentili (MENU >> Generale >> Misure >> Livello Percentile 1-4) programmabili da L_1 ad L_{99}. L'analizzatore statistico campiona il livello di pressione sonora ponderato A con costante di tempo FAST 8 volte al secondo; i livelli vengono accumulati in classi da 0.5dB. I livelli percentili vengono calcolati per interpolazione sulla distribuzione cumulativa.
È possibile scegliere su quale parametro effettuare l'analisi statistica a scelta tra livello equivalente, livello di pressione sonora FAST e livello di picco. L'analisi statistica completa è disponibile con il grafico della distribuzione di probabilità e con il grafico dei livelli percentili da L_1 ad L_{99}.

STAMPA DEI DATI

In tutte le modalità di visualizzazione è possibile stampare in qualsiasi momento i valori relativi alla schermata attiva, qualunque sia la modalità di acquisizione dello strumento.
E' possibile anche attivare la funzione *Monitor* via seriale mantenendo premuto il tasto PRINT per almeno 2 secondi. Questa funzione consente di inviare all'interfaccia seriale quanto visualizzato in tempo reale. I dati inviati sono quelli della modalità di visualizzazione attiva al momento della pressione del tasto PRINT. I dati vengono inviati continuamente finché viene premuto nuovamente il tasto PRINT oppure finché si entra in modalità di acquisizione STOP. La funzione Monitor è attivabile anche in modalità di acquisizione STOP; essa partirà non appena lo strumento passerà alla modalità RUN. Il funzionamento del Monitor è indipendente dall'eventuale registrazione di dati in memoria.
Utilizzando la funzione di Monitor è possibile, con l'ausilio di un PC, eseguire delle acquisizioni limitate unicamente dalla capacità di memoria del PC.

GUIDA ALLA RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

Il fonometro HD2010UC/A è dotato di un programma diagnostico (CHECK DIAGNOSTICO) che esamina automaticamente i parametri principali dello strumento. In qualsiasi momento è possibile eseguire questo programma per verificare il funzionamento dello strumento (Si veda la descrizione a pag.57).
Tra i parametri che vengono analizzati c'è la sensibilità del canale di amplificazione che include, attraverso un circuito a partizione di carica (CTC), la capacità del microfono. La misura viene effettuata ad 1 kHz.

CHECK DIAGNOSTICO

1. *Il programma CHECK DIAGNOSTICO fallisce*
   Ripetere con batterie nuove dopo avere atteso il termine del tempo di stabilizzazione e, se il problema persiste, contattare l'assistenza.

CALIBRAZIONE

1. *Il programma CALIBRAZIONE ELETTRICA fallisce*
   Assicurarsi che lo strumento non sia sottoposto a rumori e/o vibrazioni elevati.
   Ripetere dopo avere atteso il termine del tempo di stabilizzazione e, se il problema persiste, eseguire il programma CALIBRAZIONE ACUSTICA.

2. *Il programma CALIBRAZIONE ACUSTICA fallisce*
   Assicurarsi che lo strumento non sia sottoposto a rumori e/o vibrazioni elevati e che calibratore acustico e fonometro siano stabilmente allineati ed il microfono sia inserito a fondo nella cavità del calibratore. Verificare che l'anello in gomma di tenuta sia presente ed integro.
   Ripetere dopo avere atteso il termine del tempo di stabilizzazione e, se il problema persiste, caricare la calibrazione di fabbrica eseguendo questi passaggi:
   - Assicurarsi che l'acquisizione sia in STOP.
   - Rimuovere una delle batterie con lo strumento acceso: questa operazione assicura la scarica di tutti i circuiti interni dello strumento.
   - Dopo un paio di minuti inserire la batteria appena tolta **mantenendo premuto il tasto ENTER**. Lo strumento si accenderà e mostrerà una schermata di avviso relativa al caricamento della calibrazione di fabbrica. Lasciare il tasto ENTER e premere il tasto di destra del tastierino in corrispondenza della scritta CONTINUA.
   - Dopo avere atteso il tempo di stabilizzazione eseguire il programma CALIBRAZIONE ACUSTICA.

   In caso il programma fallisca contattare l'assistenza.

RIPRISTINO DEL SETUP DI FABBRICA

La configurazione di fabbrica dei parametri dello strumento (setup di fabbrica) può essere richiamata attraverso una combinazione di tasti. **Questa operazione non cancella il contenuto della memoria dati**.
Con strumento spento, accendere il fonometro tenendo premuto il tasto ENTER. Tutte le voci presenti nei menu vengono riportate contemporaneamente al valore dei parametri di fabbrica.

RIPRISTINO DELLA CALIBRAZIONE DI FABBRICA

La calibrazione di fabbrica dello strumento può essere richiamata attraverso una combinazione di tasti. **Questa operazione non cancella il contenuto della memoria dati**.
Con strumento spento togliere una delle batterie ed attendere 5 minuti per la scarica completa dei circuiti interni del fonometro.
Inserire quindi la batteria mancante tenendo premuto il tasto ENTER: il fonometro si accenderà automaticamente. Confermare il caricamento della calibrazione di fabbrica.
I parametri di calibrazione del fonometro vengono riportati ai livelli dell'ultima calibrazione di fabbrica eseguita; tutte le voci presenti nei menu vengono riportate contemporaneamente al valore dei parametri di fabbrica (default).

PROBLEMI VARI

1. *Dopo il cambio delle batterie lo strumento non si accende.*
   - Togliere una delle batterie ed attendere 5 minuti prima di inserirla nuovamente. Lo strumento deve accendersi automaticamente all'inserzione della batteria mancante.
2. *I livelli sonori rilevati dal fonometro sembrano non corretti.*
   - Assicurarsi che non sia presente condensa sulla capsula o sul preamplificatore. Evitare di accendere il fonometro in condizioni di possibile formazione di condensa. Per effettuare misure in condizioni di umidità elevata oppure con pioggia utilizzare l'unità microfonica per esterni HD WME.
   - Verificare che sia trascorso il tempo di warm-up segnalato dal lampeggiare della lettera "W" sovrapposta all'indicatore di stato in alto a sinistra del display.
   - Verificare con il calibratore acustico l'accuratezza della misura.
   - Caricare la calibrazione di fabbrica.
   - Verificare che la griglia forata, di protezione del microfono, sia avvitata a fondo sulla capsula.
3. *Il fonometro si spegne automaticamente subito dopo la schermata di presentazione all'accensione.*
   - Le batterie sono scariche.
4. *Il fonometro non comunica con il PC.*
   - Verificare che le velocità di comunicazione del PC e del fonometro siano le stesse (Menu >> Generale >> Input/Output >> Baud rate).
   - Verificare che il cavo di connessione sia correttamente inserito nel fonometro e che sia connesso ad una porta seriale RS232 o USB del PC con la voce MENU >> Generale >> Input/Output >> Disp. Seriale impostata rispettivamente su RS232 o USB.
   - Se si utilizza l'interfaccia USB, verificare che il driver sia stato correttamente installato.
   - Se si sta utilizzando un programma NoiseStudio disabilitare la funzione Auto Detect (Menu Option >> Port Settings) ed impostare la connessione direttamente alla COM cui è stato collegato il fonometro con un baud rate corrispondente al valore impostato nel fonometro (Menu >> Generale >> Input/Output >> Baud rate).
5. *Non è possibile attivare la registrazione continua. Premendo i tasti REC e RUN lo strumento inizia le misure senza registrazione.*
   - Lo strumento non ha memoria disponibile per ulteriori dati. Scaricare i dati e/o cancellare la memoria.

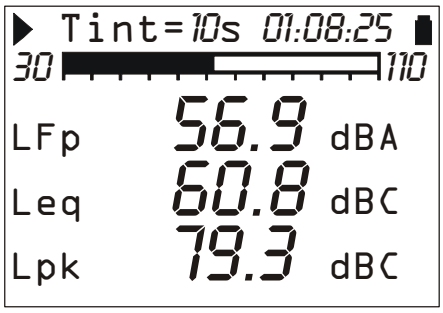
DESCRIZIONE TASTIERA

Tasto HOLD

Il tasto HOLD può essere utilizzato per bloccare temporaneamente l'aggiornamento del display mentre lo strumento continua ad eseguire le misure richieste. Una "H" nell'angolo in alto a sinistra indica che il display si trova in questa fase. Premere nuovamente il tasto per ritornare alla misura normale. Mentre lo strumento si trova in HOLD è possibile passare da una schermata all'altra, attivare i cursori nelle schermate grafiche, stampare e memorizzare i dati. La registrazione e la funzione di monitor non sono influenzate dallo stato HOLD.

Tasto ON/OFF

L'accensione e lo spegnimento dello strumento si effettuano premendo, **per almeno un secondo**, il tasto ON/OFF. All'accensione lo strumento mostra per alcuni istanti il logo Delta Ohm e la versione del programma (Firmware), quindi si porta nella modalità di funzionamento SLM (Sound Level Meter) visualizzando in forma numerica 3 parametri di misura istantanei o integrati.



Prima di spegnere lo strumento è necessario terminare la misura in corso premendo il tasto STOP. In caso contrario appare un messaggio che richiede di fermare la misura corrente: "ATTENZIONE! Terminare la misura per continuare".

Premendo SI, è possibile poi spegnere lo strumento con il tasto ON/OFF.

Funzione "Auto-Spegnimento"

La funzione di auto-spegnimento interviene se lo strumento è in STOP da almeno 5 minuti e, in questo intervallo di tempo, non viene premuto alcun tasto. Prima di spegnersi viene emessa una serie di beep di avvertimento: in questa fase, se lo si desidera, è possibile premere un tasto per evitare lo spegnimento.
La funzione può essere disabilitata da MENU agendo sulla voce "Auto-Spegnimento" (MENU >> Generale >> Sistema >> Auto-Spegnimento = OFF). In questo caso il simbolo della batteria lampeggia per ricordare che lo strumento non si spegnerà automaticamente ma solo con la pressione del tasto <ON/OFF>. La funzione di spegnimento automatico viene temporaneamente disabilitata quando si usa l'alimentazione esterna, quando lo strumento è in acquisizione o sta eseguendo un programma.

Tasto MENU

Il fonometro HD2010UC/A necessita, in funzione dell'uso, dell'impostazione di diversi parametri. Premendo il tasto MENU, si accede a tutti i parametri dello strumento che sono raggruppati nelle seguenti funzioni:

- Generale
- Fonometro (SLM)
- Analizzatore di Spettro
- Analizzatore Statistico
- Trigger
- Registrazione
- Calibrazione
- Sequenziatore

All'interno dei menu è possibile:

- spostarsi da una voce all'altra all'interno di uno stesso menu, usando le frecce UP e DOWN;
- selezionare una voce da modificare premendo il tasto SELECT,
- modificare il parametro selezionato con i tasti UP e DOWN,
- confermare la modifica con il tasto ENTER, oppure scartare la modifica con il tasto MENU
- uscire dal sottomenu o dal menu con il tasto MENU.

Alcuni dei parametri disponibili a menu sono impostabili anche direttamente in fase di misura (come per esempio l'intervallo di integrazione, il campo di misura, ecc.).
Accedendo ai menu, è possibile visualizzare la quantità di memoria disponibile, la carica residua delle batterie, oltre alla data e l'ora.
Una descrizione dettagliata delle voci del menu si trova a pag.39 e seguenti.

Tasto PRINT

La pressione del tasto PRINT consente l'invio all'interfaccia seriale RS232 di quanto visualizzato, in un formato direttamente stampabile.
I dati possono essere inviati ad una stampante seriale connessa direttamente al fonometro come per es. la HD40.1 (si veda a pag. 87). In questo caso impostare il parametro MENU >> Generale >> I/O >> Disp. Seriale su PRINTER per ottenere un formato di stampa compatibile con stampanti portatili a 24 colonne.
Se il tasto viene premuto e subito rilasciato, viene inviata alla seriale la singola schermata; una lettera P si accende sul display. Una pressione prolungata del tasto avvia la stampa continua, segnalata dall'accensione della lettera M: per terminarla, premere una seconda volta lo stesso tasto PRINT oppure bloccare l'acquisizione, premendo il tasto START/STOP/RESET.
Se il fonometro è interfacciato via RS232 con programmi tipo Hyperterminal, è possibile leggere i valori del fonometro direttamente a PC. Le stesse funzioni della stampa su carta sono attivabili per la visualizzazione a video.

Tasto PROG

Con il tasto PROG si accede al menu dei programmi dello strumento. Con le frecce UP e DOWN si seleziona il programma; con il tasto SELECT si attiva il programma selezionato. I programmi disponibili sono i seguenti:

- *Navigatore*: permette di accedere ai dati memorizzati e rivederli sul display dello strumento. Funziona sia con i dati a singola sessione sia con le sessioni multiple. (Si vedano i dettagli da pag.46).
- *Calibrazione Elettrica*: mono-frequenza con segnale elettrico proveniente dal generatore di riferimento sinusoidale ad 1kHz incorporato. (Si vedano i dettagli da pag.52).
- *Calibrazione Acustica*: utilizzata per la messa in punto ad 1kHz con il calibratore acustico. (Si vedano i dettagli da pag.54).
- *Check Diagnostico*: programma di verifica di una serie di parametri dello strumento, tensioni di alimentazione, polarizzazione del microfono e sua sensibilità, tipo di preamplificatore (Si vedano i dettagli da pag.57).
- *Riverbero*: programma di calcolo del tempo di riverbero (opzionale) in grado di calcolare i tempi di riverbero sia con la tecnica della interruzione della sorgente sonora che con la tecnica della sorgente impulsiva. (Si vedano i dettagli da pag.58).
- *Scarico dati su MC*: questo programma permette di copiare le misure registrate nel fonometro nella scheda di memoria esterna (si veda il capitolo sul lettore di MC a pag.91).

Il programma selezionato viene eseguito alla pressione del tasto SELECT; alcuni programmi possono essere interrotti in qualsiasi momento premendo il tasto RIGHT del tastierino. Accedendo ai programmi, viene visualizzata la quantità di memoria disponibile e la carica residua delle batterie, oltre alla data e l'ora.

Tasto PAUSE/CONTINUE

Il tasto PAUSE sospende il calcolo delle misure integrate (Leq, SEL, livelli massimo e minimo, spettri, ecc.) e l'eventuale registrazione. I livelli istantanei continuano ad essere misurati e visualizzati nella schermata SLM. Per riprendere la misura, premere nuovamente il tasto PAUSE/CONTINUE. Se in fase di pausa, durante una sessione di misure, viene premuto il tasto RUN/STOP/RESET i parametri integrati vengono azzerati. Per i parametri integrati visualizzati nella schermata SLM è possibile cancellare gli ultimi secondi di integrazione (per esempio per eliminare l'effetto di un rumore indesiderato) utilizzando i tasti LEFT e RIGHT in fase di pausa. L'intervallo massimo di cancellazione è programmabile da 5 secondi a 60 secondi in 5 passi accedendo al MENU >> Generale >> Misure.
Se in fase di pausa durante il replay di una registrazione viene premuto il tasto RUN/STOP/RESET viene visualizzato il successivo dato memorizzato. Se il tasto RUN/STOP/RESET viene mantenuto premuto il replay avviene in modalità accelerata.

Tasto REC

Se viene premuto per almeno 2 secondi il tasto REC, quanto visualizzato viene salvato in memoria come singolo report. E' possibile attivare anche la registrazione automatica dei parametri visualizzati nelle schermate SLM, OTTAVE e, con l'opzione, T.OTTAVE (vedi "LA FUNZIONE REGISTRAZIONE" a pag. 34).
Il tasto REC, in combinazione con START/STOP/ RESET, attiva la registrazione continua dei dati in memoria. **Partendo dalla condizione di STOP**, tenendo premuto il tasto REC e premendo il tasto START/STOP/RESET, si avvia la memorizzazione continua dei dati da acquisire. Per terminare la memorizzazione, premere il tasto START/ STOP/ RESET: verrà visualizzata la schermata con il numero di registrazione, la data e l'ora. Premere ENTER per confermare.

Tasto RUN/STOP/RESET

La pressione del tasto RUN, partendo dalla fase di stop, azzera (RESET) i valori iniziali delle misure integrate come Leq, SEL, livelli MAX/MIN, ecc. e ne avvia (START) una nuova esecuzione. La successiva pressione del tasto STOP termina l'esecuzione delle misure integrate. **Se viene premuto in fase di pausa comporta l'azzeramento di tutti i parametri integrati**.
In fase di replay dei dati memorizzati, se viene premuto in fase di pausa, comporta la visualizzazione del dato successivo; se viene mantenuto premuto comporta l'esecuzione del replay in modalità accelerata.

Tasto SELECT

Il tasto SELECT attiva la modalità di modifica dei parametri visualizzati selezionandoli in sequenza. Per es. nella visualizzazione dello spettro è possibile selezionare e modificare i seguenti parametri: intervallo di integrazione e ponderazione ausiliaria. Usare le frecce UP e DOWN per modificare i valori. Al termine delle modifiche attendere qualche secondo oppure premere ENTER per confermare ed uscire dalla modalità di selezione.

Tasto UP

Il tasto UP seleziona la riga precedente nei menu oppure incrementa il parametro selezionato. Diminuisce l'inizio scala ed il fondo scala verticale dei grafici spostando in questo modo il dato verso l'alto.

Tasto MODE

Il tasto MODE seleziona in sequenza le diverse modalità di visualizzazione dello strumento passando da *SLM* a *profilo temporale*, a *spettro per ottave,* a *spettro per terzi d'ottava (con l'opzione "Terzi d'ottava")*, *distribuzione di probabilità dei livelli sonori* e *grafico dei livelli percentili*.
E' possibile disabilitare la visualizzazione delle schermate relative all'analizzatore di spettro e dell'analizzatore statistico mediante appositi parametri nei rispettivi menu.
Tutte le modalità di funzionamento sono simultaneamente attive anche se non visualizzate: utilizzando il tasto MODE, è possibile scegliere la modalità di visualizzazione senza influire sull'acquisizione.

Tasto LEFT

Il tasto LEFT seleziona, in menu, il carattere precedente nella riga attiva. Passa al parametro precedente durante la selezione di una variabile di misura che necessita della definizione di più di un parametro (vedi SELECT). Comprime (ZOOM-) la scala verticale dei grafici.

Tasto ENTER

Il tasto ENTER conferma il parametro selezionato. Durante l'impostazione dei parametri da menu, per uscire dalla fase di impostazione di un parametro senza salvarlo, premere un tasto qualsiasi **esclusi SELECT, ENTER e le quattro frecce**, oppure premere MENU. Mantenendo premuto **ENTER** durante l'accensione viene caricata la configurazione di fabbrica.

Tasto RIGHT

Il tasto RIGHT seleziona il carattere seguente nella riga attiva del menu. Passa al parametro successivo durante la selezione di una variabile di misura che necessita della definizione di più di un parametro (vedi SELECT). Espande (ZOOM+) la scala verticale dei grafici.

Tasto DOWN

Il tasto DOWN seleziona la riga successiva nei menu oppure decrementa il parametro selezionato. Aumenta l'inizio scala ed il fondo scala verticale dei grafici spostando in questo modo il dato verso il basso.

Tasto CURSOR (Tastierino)

In presenza di un grafico, attiva i cursori. Premendo ripetutamente il tasto, vengono attivati in successione il primo cursore L1, il secondo cursore L2 od entrambi in "tracking" (ΔL): alla successiva pressione del tasto, i cursori vengono disabilitati.
Il cursore selezionato lampeggiante viene spostato sul grafico con le frecce LEFT e RIGHT del tastierino.
Nella porzione superiore del display vengono visualizzati i relativi valori.
Nella modalità di funzionamento come analizzatore di spettro viene visualizzato, a partire da sinistra, il parametro di misura scelto unitamente al livello sonoro ed alla frequenza centrale corrispondente alla banda selezionata dal cursore. Il cursore può anche selezionare il livello a banda larga posto sulla destra del display.

Tasto LEFT (Tastierino)

Il tasto LEFT sposta a sinistra il cursore o i due cursori attivi (lampeggianti).
Nella schermata del profilo di decadimento (*misura del tempo di riverberazione*) viene utilizzato per spostare l'asse del tempo verso il basso quando i cursori non sono attivi.

Tasto RIGHT (Tastierino)

Il tasto RIGHT sposta a destra il cursore o i due cursori attivi (lampeggianti).
Nella schermata del profilo di decadimento (*misura del tempo di riverberazione*) viene utilizzato per spostare l'asse del tempo verso l'alto quando i cursori non sono attivi.

APPENDICI

A1. PARAMETRI DI MISURA DELL'HD2010UC/A

Vengono riportati, nei paragrafi seguenti, i parametri acustici visualizzabili numericamente o graficamente e memorizzabili con le relative sigle usate per identificarli.

PARAMETRI ACUSTICI VISUALIZZABILI NUMERICAMENTE

Livelli acustici istantanei aggiornati ogni 0.5s

Banda larga

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
$L_{Xeq(Short)}$	**L**eqS dBX	Livello equivalente breve (0.5s)	X=Z, C, A	-
L_{XYp}	**L**Yp dBX	Livello di pressione sonora (SPL) [4]	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{Xpk}	**L**pk dBX	Livello di picco istantaneo [5]	X=Z, C	-

Livelli acustici integrati

Banda larga

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{Xeq}	**L**eq dBX	Livello continuo equivalente	X=Z, C, A	-
L_{XYmax}	**L**Ymx dBX	Livello massimo di pressione sonora (SPL_{max})	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{XYmin}	**L**Ymn dBX	Livello minimo di pressione sonora (SPL_{min})	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{Xpkmax}	**L**pkmx dBX	Livello massimo di picco	X=Z, C	-
L_{nn}	Li, i=1÷4 nn%	Percentile nn% con nn=1÷99[6]	A	F

Ponderazione A

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{AE}	**L**E dBA	Livello di esposizione per la durata della misura (SEL)	A	-
Dose $\%_A$	Dose %	Percentuale di dose con fattore di scambio, livello di soglia e criterio programmabili	A	-
Dose $\%_{A,d}$	Dose,d %	Dose stimata giornaliera con fattore di scambio, livello di soglia e criterio programmabili	A	-
LAIeq	LeqI dBA	Livello continuo equivalente ponderato A con costante di tempo Impulse	A	I

Altri

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
Sovraccarico %	OL %	Percentuale del tempo di misura nel quale avviene un sovraccarico	-	-

[4] Viene visualizzato il livello massimo raggiunto ogni 0.5s campionato 128 volte al secondo.
[5] Viene visualizzato il livello massimo raggiunto ogni 0.5s campionato 128 volte al secondo.
[6] E' possibile programmare fino a quattro livelli percentili diversi.

PARAMETRI ACUSTICI VISUALIZZABILI IN FORMA GRAFICA

Profilo Temporale

Livelli a banda larga

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{AFmax}	**L**Fmx dBA	Livello massimo di pressione sonora (SPL_{max})[7]	A	F

Analisi statistica

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{Xpk}	**LX**pk	Livello di picco	X=Z, C	-
L_{Xeq}	**LX**eq	Livello equivalente	X=Z, C, A	-
L_{XFp}	**L**XFp dBX	Livello di pressione sonora con costante di tempo FAST (SPL)	X=Z, C, A	F

PARAMETRI ACUSTICI MEMORIZZABILI

Livelli acustici del gruppo Misure

Tutti i livelli visualizzabili, descritti precedentemente, relativi alle schermate SLM e PROFILO.

Livelli acustici del gruppo Rapporto

5 Parametri a scelta tra

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{Xeq}	**L**eq dBX	Livello continuo equivalente	X=Z, C, A	
L_{XYmax}	**L**Ymx dBX	Livello massimo di pressione sonora (SPL_{max})	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{XYmin}	**L**Ymn dBX	Livello minimo di pressione sonora (SPL_{min})	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{Xpk}	**L**pk dBX	Livello massimo di picco	X=Z, C	
SEL	**L**E dBA	Livello di esposizione sonora	A	
L_{nn}	Li, i=1÷4 nn%	Percentile nn% con nn=1÷99[9]		
LAIeq	LeqI dBA	Livello continuo equivalente ponderato A con costante di tempo Impulse	A	I

[7] Viene visualizzato il livello massimo raggiunto ogni 0.125s campionato 128 volte al secondo
[9] E' possibile programmare fino a quattro livelli percentili diversi.

Spettro medio (AVR) per banda d'ottava e di terzo d'ottava

Analisi statistica su un parametro a scelta tra

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{Xeq}	**L**eq dBX	Livello continuo equivalente	X=Z, C, A	
L_{XF}	**L**Fp dBX	Livello di pressione sonora con costante di tempo FAST (SPL_{FAST})	X=Z, C, A	F
L_{Xpk}	**L**pk dBX	Livello di picco	X=Z, C	

Livelli acustici del gruppo Evento

5 Parametri a scelta tra

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{Xeq}	**L**eq dBX	Livello continuo equivalente	X=Z, C, A	
L_{XYmax}	**L**Ymx dBX	Livello massimo di pressione sonora (SPL_{max})	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{XYmin}	**L**Ymn dBX	Livello minimo di pressione sonora (SPL_{min})	X=Z, C, A	Y=F, S, I
L_{Xpk}	**L**pk dBX	Livello massimo di picco	X=Z, C	
SEL	**L**E dBA	Livello di esposizione sonora	A	
LAIeq	**LeqI dBA**	Livello continuo equivalente ponderato A con costante di tempo Impulse	A	I

Spettro medio (AVR) per banda d'ottava e di terzo d'ottava

Analisi statistica su un parametro a scelta tra

PARAMETRO	SIGLA	DEFINIZIONE	POND. FREQ	POND. TEMP
L_{Xeq}	**L**eq dBX	Livello continuo equivalente	X=Z, C, A	
L_{XF}	**L**Fp dBX	Livello di pressione sonora con costante di tempo FAST (SPL_{FAST})	X=Z, C, A	F
L_{Xpk}	**L**pk dBX	Livello di picco	X=Z, C	

A2. CAPACITÀ DELLA MEMORIA DURANTE LA FUNZIONE DI REGISTRAZIONE

L'HD2010UC/A è in grado di effettuare memorizzazioni automatiche dei dati con due distinte modalità.

La capacità di memorizzazione del fonometro con la modalità Registrazione Continua è pari a 23 ore con la memoria in dotazione pari a 4MB.

La tabella che segue riporta la capacità di memorizzazione del fonometro in modalità Auto-Store, che memorizza automaticamente, ad ogni intervallo pari al tempo di integrazione impostato, i parametri della vista SLM con spettri medi (AVR) d'ottava e di terzo d'ottava. La capacità di memoria è espressa come tempo necessario al riempimento della memoria. Per il calcolo è stata considerata attivata l'opzione "Terzi d'ottava".

Intervallo di integrazione	Capacità
5s	> 45 ore
1m	> 23 giorni
5m	> 4 mesi
30m	> 2 anni

La memorizzazione di rapporti ed eventi avviene per unità (record) che vengono registrate in corrispondenza a ciascun intervallo di rapporto (Menu >> Generale >> Misure >> Intervallo di rapporto) oppure per ciascun evento. Ciascuna unità è composta da una intestazione (header) seguita dai parametri abilitati nel menu Registrazione >> Rapporto ed Evento. La tabella seguente riporta l'occupazione di ciascun blocco che compone una unità (record).

Rapporto o Evento	Occupazione [bytes]
HEADER	7
PARAMETRI	10
SPETTRO OTTAVA	24
SPETTRO TERZI D'OTTAVA	66
STATISTICA	481

Dalla tabella è possibile, per esempio, calcolare la capacità di memoria per la registrazione di rapporti, ogni 10 minuti (Menu >> Generale >> Misure >> Int. Rapporto >> 10 min), contenenti i 5 PARAMETRI (Menu >> Registrazione >> Rapporto >> Parametri >> ON), lo SPETTRO PER TERZI D'OTTAVA (Menu >> Registrazione >> Rapporto >> Spettro T.Ott. >> ON) e l'ANALISI STATISTICA (Menu >> Registrazione >> Rapporto >> Statistica >> ON):

6*(7+10+66+481) = 3384 bytes/ora -> massima durata = 4MB/3384 ~ 51 giorni

E' disponibile come opzione l'espansione di memoria pari a 4MB aggiuntivi che raddoppiano l'autonomia di registrazione.

A3. IL SUONO

Il suono è una variazione di pressione rilevabile dall'orecchio umano. La sua propagazione, a partire dalla sorgente, avviene in forma di onde ed è quindi soggetta a tutti i fenomeni tipici delle onde come la rifrazione e la diffrazione. La velocità di propagazione dipende dal mezzo e nell'aria, a temperatura ambiente, è pari a circa 344 m/s.

La sensibilità dell'orecchio è notevole ed è in grado di percepire variazioni della pressione pari a circa 20 μPa, corrispondente a 5 parti per miliardo della pressione atmosferica. Questa incredibile sensibilità è accompagnata dalla capacità di tollerare variazioni di pressione più di un milione di volte superiori. Per comodità si è convenuto di indicare il livello di pressione sonora in decibel anziché la pressione in Pascal, in modo da ridurre il campo numerico.
Il decibel (simbolo dB) è definito da:

$$dB = 20 \cdot \log_{10} \frac{X}{X_0}$$

dove: X è il valore della grandezza misurata.
X_0 è il valore di riferimento della misura stessa (cui corrispondedB=0).

In acustica la grandezza misurata è la pressione ed il valore di riferimento corrisponde a 20 μPa, la minima pressione udibile. Pertanto il livello sonoro corrispondente ad una variazione della pressione di 20 μPa (0.00002 Pa) verrà indicato con 0dB. Il livello sonoro corrispondente ad una variazione della pressione di 20 Pa verrà indicato con 120dB, un livello al limite della soglia del dolore.

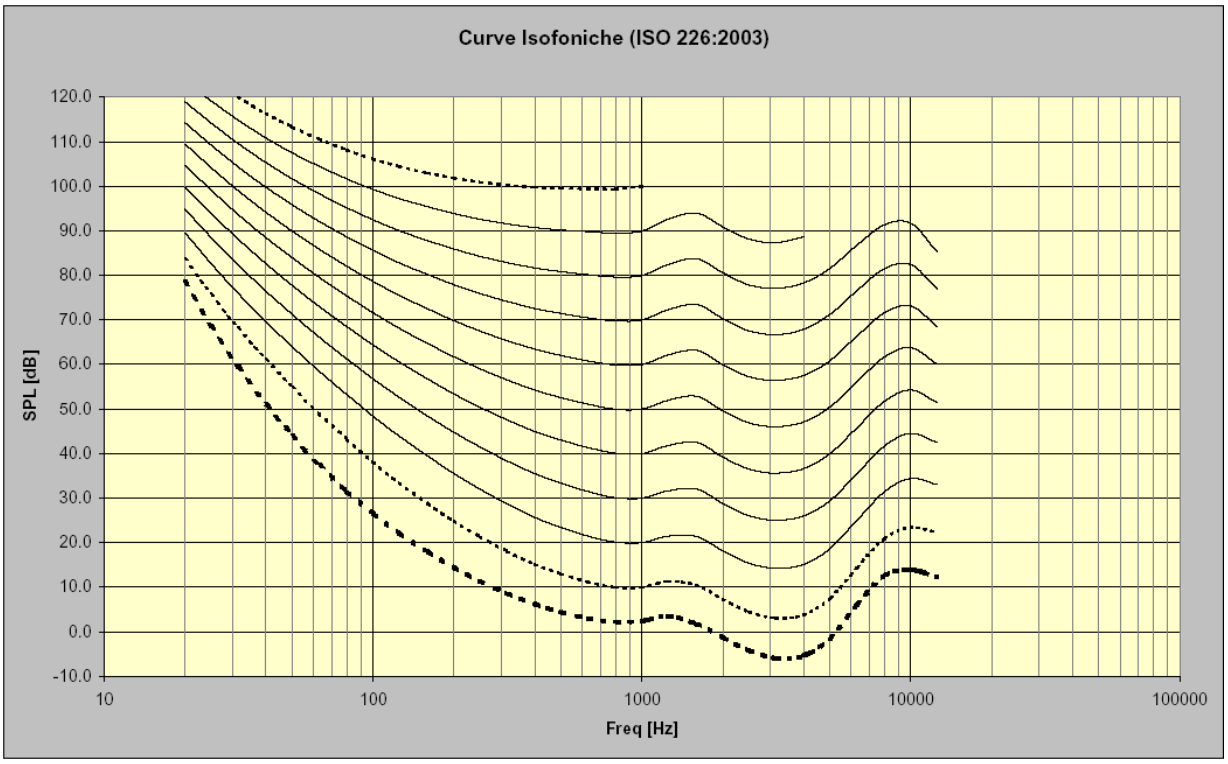
Un aumento della pressione sonora di 10 volte corrisponde ad un aumento del livello di 20dB mentre un aumento della pressione di 100 volte corrisponde ad un aumento del livello di 40dB: il livello sonoro aumenta di 20dB per ogni aumento di un fattore 10 della pressione sonora. Analogamente l'aumento del livello è pari a 6dB per ogni raddoppio della pressione sonora.

L'utilizzo dei decibel per indicare il livello sonoro ha, oltre all'evidente vantaggio di ridurre il campo numerico delle misure, anche quello di fornire una buona approssimazione della percezione uditiva che segue su scala logaritmica la pressione sonora.

Non tutte le variazioni di pressione sono udibili. Quando la variazione della pressione è per esempio dovuta a variazioni climatiche essa varia troppo lentamente per poter essere udita ma, se essa è rapida, come ad esempio quella prodotta dalla percussione di un tamburo oppure dallo scoppio di un palloncino, essa è rilevabile dall'orecchio e viene di conseguenza identificata come suono.
Il numero di oscillazioni della pressione al secondo viene chiamata *frequenza* del suono e si misura in cicli al secondo o Hertz (Hz). Il campo di frequenza udibile si estende circa da 20 Hz a 20 kHz. Sotto i 20 Hz entriamo nel campo degli infrasuoni mentre sopra i 20 kHz entriamo in quello degli ultrasuoni.

La sensibilità dell'udito non è costante su tutto il campo delle frequenze audio ma presenta una notevole perdita alle frequenze molto basse oppure molto alte. La sensibilità è massima nel campo 2 kHz ÷ 5 kHz. La variazione della sensibilità uditiva con la frequenza del suono dipende anche dall'intensità del suono. Le curve "isofoniche", definite nella norma ISO 226:2003, sono riportate nel grafico seguente e forniscono il livello di pressione sonora che fornisce una identica sensazione uditiva al variare della frequenza. La curva tratteggiata, denominata MAF (Minimum Audible Field) indica la soglia di minima udibilità.

La musica, la voce ed i rumori in genere sono normalmente distribuiti su un ampio intervallo di frequenze. Casi limite sono il "tono puro": un suono che è costituito da una variazione di pressione ad una ben determinata frequenza; ed il "rumore bianco": un suono che è invece uniformemente distribuito su tutte le frequenze (assomiglia al fruscio emesso dall'apparecchio televisivo quando non è sintonizzato su alcuna emittente).



Rumori elevati, caratterizzati dalla presenza di un tono puro, vengono percepiti con un fastidio maggiore, a parità di livello, rispetto a rumori distribuiti su un ampio intervallo di frequenze. La ragione è da ricercare nella "concentrazione" dell'energia sonora a livello della meccanica dell'orecchio.

Il livello sonoro non è generalmente statico ma varia nel tempo. Nel caso la variazione fosse molto rapida l'orecchio non riuscirebbe a percepirne la reale intensità. Nel caso di impulsi sonori sappiamo che l'orecchio ha una ridotta percezione già per durate inferiori a 70 ms. Per questo motivo rumori con caratteristica impulsiva sono generalmente considerati, a parità di livello sonoro, più pericolosi.

A4. IL FONOMETRO

Il fonometro è lo strumento che misura il livello sonoro. Generalmente è costituito da un microfono, l'elemento sensibile al suono, da un amplificatore, da una unità di elaborazione del segnale e da una unità di lettura e visualizzazione dei dati.

Il microfono converte il segnale sonoro in un segnale elettrico corrispondente. La sensibilità dei microfoni per misure di livello non dipende dalla frequenza del segnale sonoro. La scelta del tipo di microfono cade solitamente sul tipo a condensatore che offre eccellenti caratteristiche di precisione, stabilità ed affidabilità.

L'amplificatore è necessario per portare il segnale elettrico ad una ampiezza misurabile e per potenziare il segnale in modo da consentirne l'eventuale trasmissione via cavo.

L'unità di elaborazione si occupa di calcolare tutti i parametri di misura che sono necessari per caratterizzare un evento sonoro.

PONDERAZIONI DI FREQUENZA

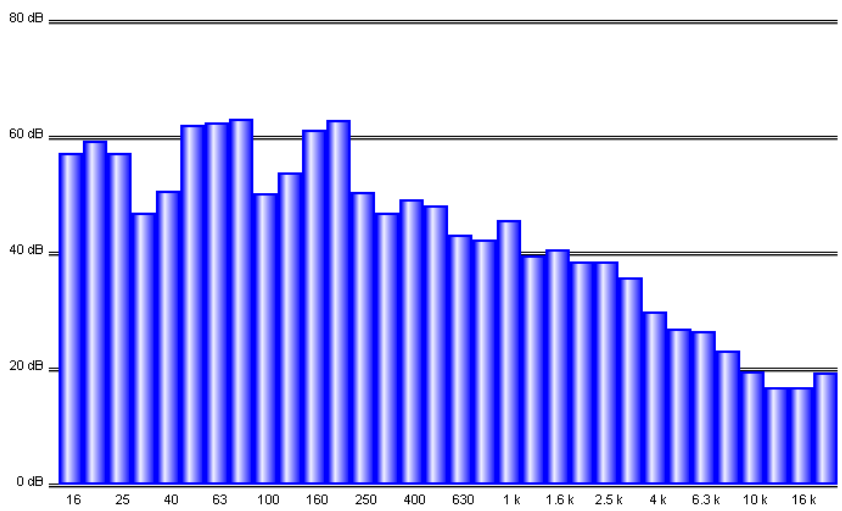
Nel caso si debba valutare l'impatto uditivo di una sorgente di rumore occorrerà innanzitutto apportare delle correzioni al segnale acustico fornito dal microfono in modo da simulare la sensazione uditiva; occorrerà cioè correggere la sensibilità del microfono in modo che risulti dipendente dalla frequenza come avviene per l'orecchio. Sono state definite come standard internazionale (IEC 60651, recentemente sostituita dalla IEC 61672) due curve di correzione chiamate "ponderazione A" e "ponderazione C".

Quando il livello sonoro viene corretto dalla ponderazione A è indicato come L_{Ap}, cioè livello di pressione sonora ponderato A e simula la sensazione uditiva per bassi livelli sonori. Quando invece il livello sonoro viene corretto dalla ponderazione C è indicato come L_{Cp}, cioè livello di pressione sonora ponderato C e simula la sensazione uditiva per livelli sonori elevati.

Quando non interessa la sensazione uditiva si effettueranno le misure utilizzando la ponderazione Z (LIN per la IEC 60651) che presenta una risposta costante a tutte le frequenze in campo audio.

ANALISI SPETTRALE

Nel caso si desideri effettuare una analisi dettagliata della caratteristica di un suono complesso si ricorrerà all'analisi spettrale per bande. Per questa analisi la gamma delle frequenze audio (da 20 Hz a 20 kHz) viene suddivisa in bande, tipicamente a larghezza percentuale costante pari ad un'ottava oppure ad un terzo d'ottava. Per ciascuna banda si calcola il livello sonoro considerando solamente le componenti del rumore di frequenze comprese entro i limiti della banda: per le bande d'ottava il limite superiore è sempre pari al doppio del limite inferiore, mentre per le bande di terzo d'ottava il limite superiore è pari a 1.26 volte il limite inferiore in modo che una banda d'ottava risulti divisa in tre bande di terzo d'ottava. Per esempio la banda centrata ad 1 kHz considererà i suoni compresi tra 707 Hz e 1414 Hz e tra 891 Hz e 1122 Hz rispettiva-



mente per bande d'ottava e di terzo d'ottava. Il risultato dell'analisi viene di solito presentato in un grafico chiamato "spettrogramma" dove i livelli sonori vengono riportati in forma grafica per scuna delle bande in cui lo spettro audio è stato suddiviso.

La suddivisione in bande dello spettro e le caratteristiche dell'unità di elaborazione che calcola gli spettrogrammi sono state definite nella normativa internazionale IEC 61260.

COSTANTI DI TEMPO E PESATURA ESPONENZIALE

Ulteriori elaborazioni del segnale microfonico si rendono necessarie nel caso si debbano misurare livelli sonori fluttuanti. Per valutare un livello sonoro variabile nel tempo sono state definite come standard internazionale (IEC 60651/IEC 61672) due tipi di risposta istantanea, una rapida, chiamata FAST, che simula la risposta dell'orecchio, ed una lenta, chiamata SLOW, che fornisce un livello sonoro abbastanza stabile anche nel caso di rumori rapidamente fluttuanti.

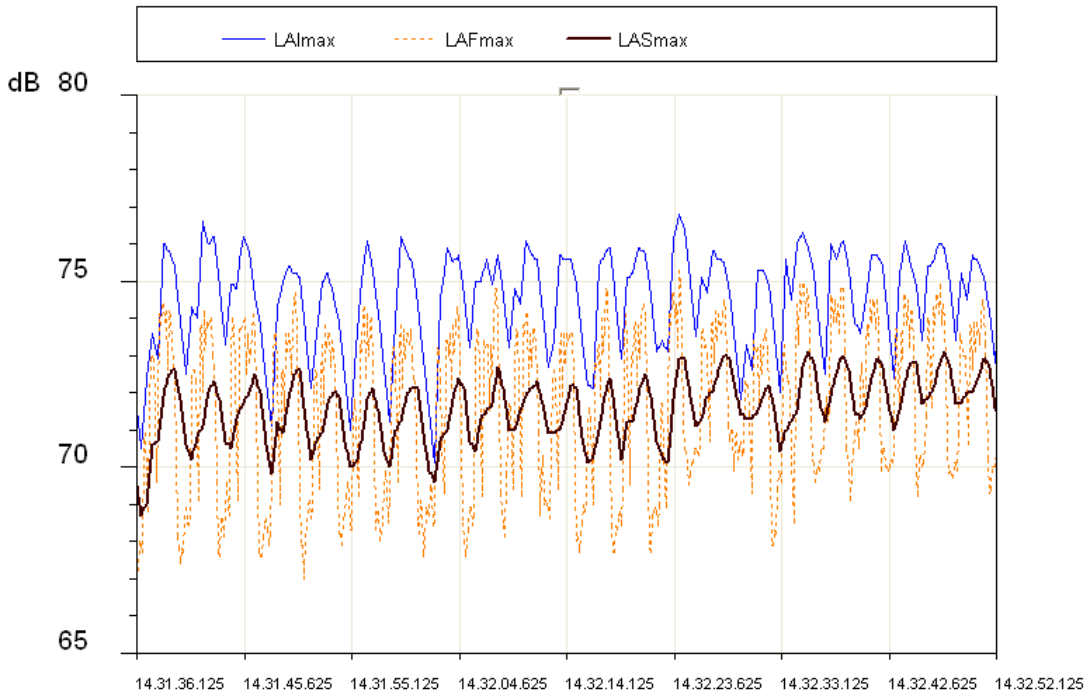
La scelta del tipo di risposta del misuratore di livello si combina con la scelta della ponderazione di frequenza per fornire un ampio spettro di possibili parametri di misura; per esempio si rileverà il livello sonoro ponderato A con costante di tempo FAST (L_{FAp}) per simulare la sensazione uditiva. La costante di tempo FAST è pari a 0.125s mentre la costante SLOW è pari ad 1s.

Quando si effettuano misure con costante di tempo FAST il livello sonoro istantaneo sarà fortemente influenzato dall'andamento della pressione nell'ultimo ottavo di secondo mentre dipenderà molto poco da quanto accadde più di un secondo prima.

Il livello sonoro con costante di tempo SLOW dipenderà invece molto dall'andamento della pressione nell'ultimo secondo mentre sarà poco influenzato da eventi sonori avvenuti più di dieci secondi prima. Possiamo pensare che il livello sonoro con costante SLOW sia approssimativamente una media dei livelli istantanei dell'ultimo secondo.

I RUMORI IMPULSIVI

Se il suono è di breve durata viene chiamato **impulsivo:** ad esempio il battito di una macchina da scrivere e il rumore di un martello o di una pistola sono classificabili come suoni impulsivi. Per valutare il loro impatto sull'apparato uditivo occorre tenere conto del fatto che più il suono è breve meno sensibile è l'orecchio nel percepirlo. Per questo motivo è stata definita negli standard internazionali (IEC 60651/IEC 61672) una costante di tempo, chiamata IMPULSE, molto breve (35ms) per livelli di pressione sonora crescenti e molto lunga (1.5s) per livelli decrescenti.

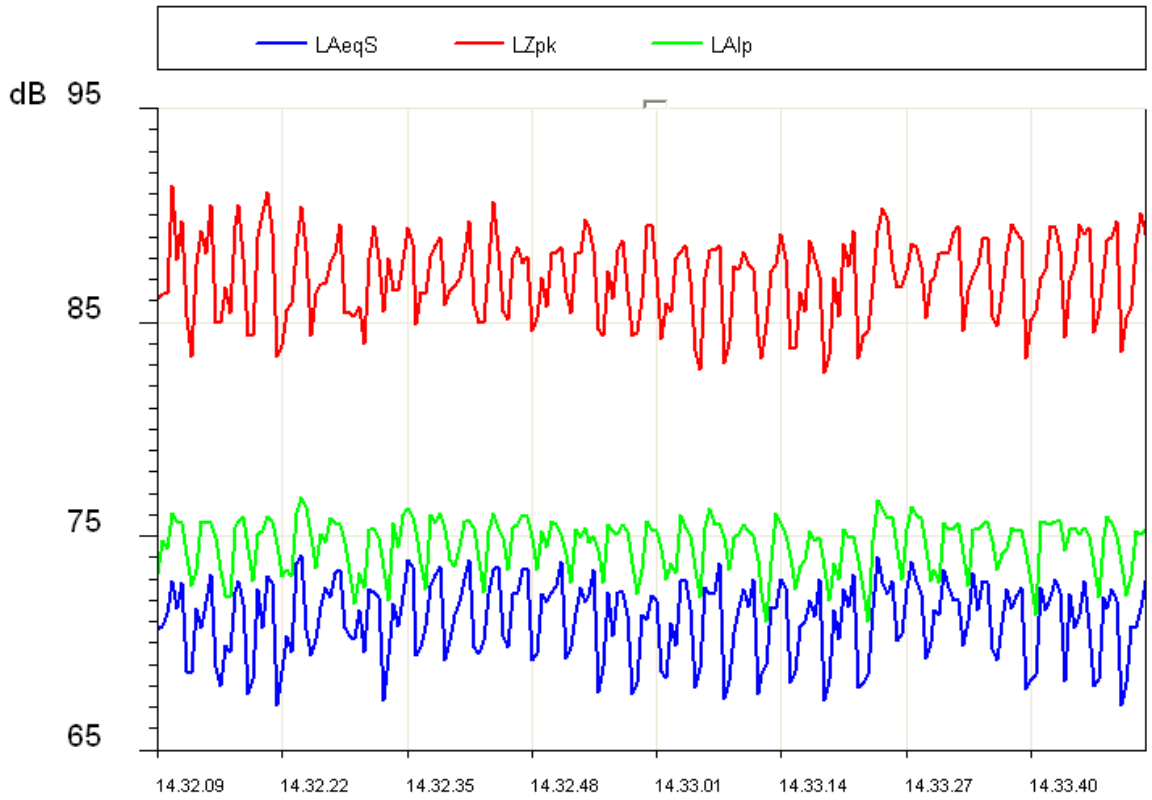


Nel caso una sorgente sonora emetta rumori con marcata componente impulsiva, si misurerà un livello con costante IMPULSE molto maggiore di un livello con costante SLOW. Nella figura è rappresentato il profilo del livello sonoro, misurato simultaneamente con costante di tempo FAST, SLOW ed IMPULSE, di una macchina per montaggio superficiale.

I livelli visualizzati sono livelli massimi calcolati su intervalli pari ad 1/8s. Il profilo con la maggiore variabilità risulta essere quello con costante di tempo FAST (8dB) mentre quello con la variabilità minore è quello SLOW (3dB). Il profilo IMPULSE si mantiene sistematicamente superiore ai profili FAST e SLOW denotando la caratteristica impulsiva del rumore emesso dalla macchina.

I suoni impulsivi, indipendentemente dal loro spettro, sono più dannosi per l'orecchio umano in quanto l'energia in gioco, nel breve lasso di tempo in cui si sviluppano, non permette all'orecchio di assumere delle difese. Pertanto, a parità di livello si tende a penalizzare una sorgente di rumore che contenga componenti impulsive.

Purtroppo mentre la sensibilità dell'orecchio diminuisce con la durata del rumore, non diminuisce il rischio di un danno uditivo, per questo, in generale, i fonometri incorporano un circuito per la misura del valore di picco del segnale acustico.



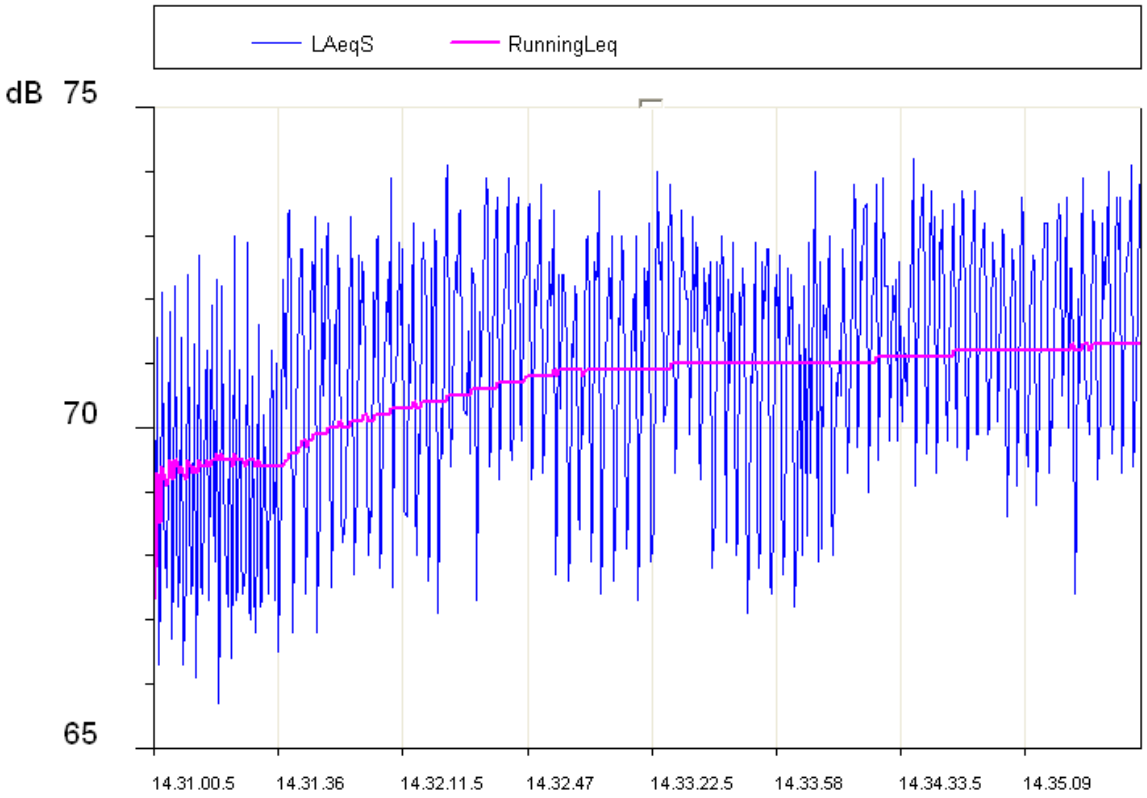
Nella figura sono evidenziati il livello di picco non ponderato ed il livello IMPULSE relativi alla macchina a montaggio superficiale. Come si può notare il livello di picco supera il livello IMPULSE di almeno 10dB. Nelle normative internazionali (IEC 60651/IEC 61672) è stato definito il parametro "picco", indicato come L_{pk} che fornisce il livello di picco raggiunto dalla pressione sonora in un determinato intervallo di tempo. Il tempo di risposta del livello di picco è estremamente rapido (<100μs) ed è in grado di rilevare con sufficiente precisione il livello sonoro di eventi sonori molto brevi come per esempio uno sparo.

IL LIVELLO EQUIVALENTE

L'approssimazione di considerare i livelli con costante di tempo FAST oppure SLOW come delle medie a breve termine è piuttosto grossolana. Se il suono con la sua propagazione trasporta energia è importante anche tenere conto della durata degli eventi sonori per avere una corretta interpretazione del contenuto energetico.

Questo è particolarmente importante nella valutazione dell'impatto sonoro sull'apparato uditivo, del rumore prodotto da macchine e da sorgenti inquinanti in genere. E' evidente che un rumore elevato arreca un danno crescente al crescere della durata dell'esposizione. La valutazione del potenziale nocivo di una esposizione al rumore sarà pertanto facile nel caso di rumori di livello costante.

Nel caso il livello sonoro vari nel tempo si utilizzerà un parametro di misura, definito negli standard internazionali (IEC 60804, recentemente sostituita dalla IEC 61672), chiamato "livello equivalente" e simboleggiato come L_{eq}. Il livello equivalente è definito come il livello costante che ha il medesimo contenuto energetico del livello fluttuante nell'intervallo di tempo in esame. Il livello equivalente ponderato A (L_{Aeq}) verrà utilizzato per misurare il contenuto energetico, e quindi il potenziale nocivo, di una sorgente di rumore fluttuante, in un determinato intervallo temporale.

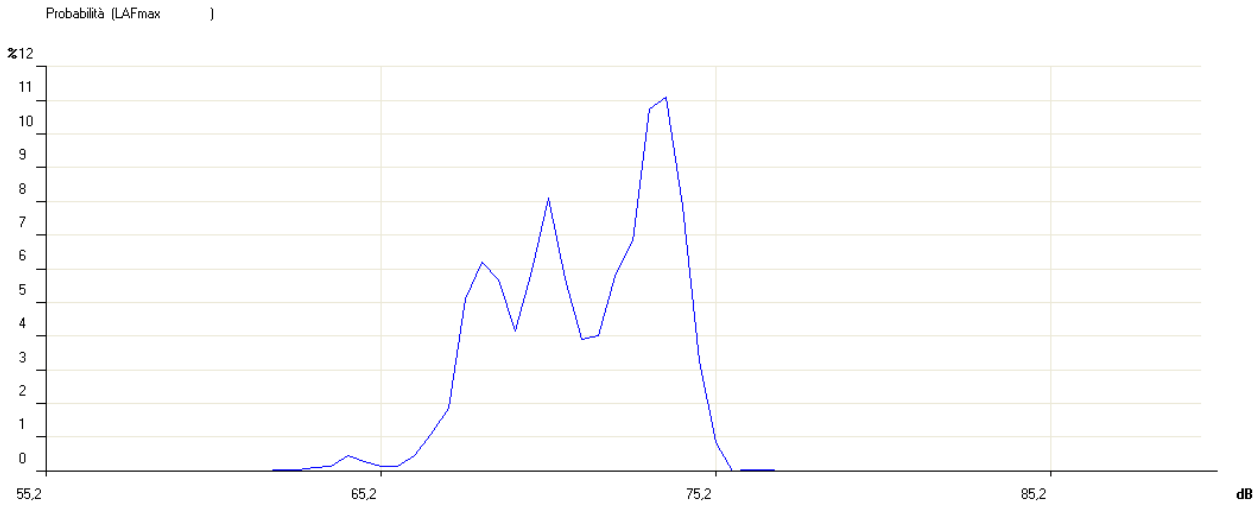


Nella figura è evidenziato il profilo del livello equivalente cha va stabilizzandosi entro qualche minuto ad un livello di poco superiore ai 71dBA.
Se consideriamo una sorgente di rumore intermittente (pensiamo per esempio al rumore prodotto dal transito dei treni su una linea ferroviaria), è evidente che il livello equivalente potrà fornire una misura del livello energetico medio considerando molti transiti.

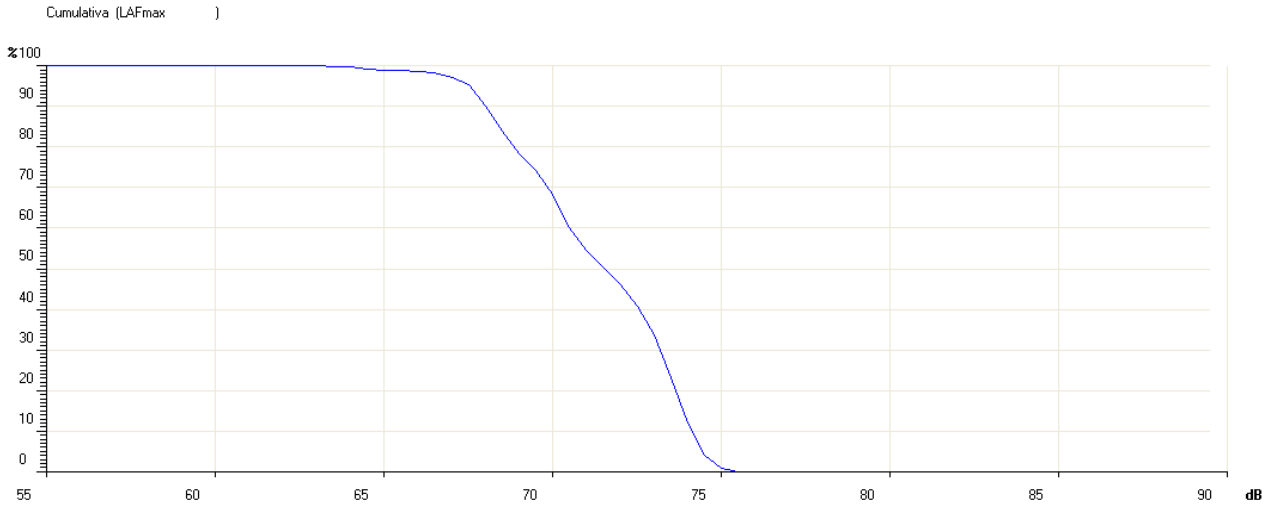
Nel caso si desideri misurare il contenuto energetico di un singolo transito sarà necessario ricorrere alla definizione di un altro parametro di misura, il "livello di esposizione sonora" simboleggiato come SEL oppure L_E (IEC 60804/IEC 61672). Il livello di esposizione sonora è definito come il livello sonoro costante per la durata di 1 secondo che contiene la stessa energia dell'evento sonoro in esame. Il fatto che il valore fornito dal SEL è normalizzato su una durata di un secondo rende confrontabili tra loro eventi sonori con differenti durate.

ANALISI STATISTICA

Se si rende necessario esaminare dal punto di vista statistico la distribuzione nel tempo del livello di pressione sonora si ricorrerà alla misura dei livelli percentili. Il livello percentile, simboleggiato come L_x è definito come il livello sonoro che viene superato per la percentuale X del tempo totale. Per effettuare il calcolo dei livelli percentili occorre innanzitutto classificare il livello sonoro campionato ad intervalli regolari (solitamente 1/8s) in classi di larghezza solitamente compresa tra 0,1dB e 2dB. Al termine dell'acquisizione si calcola la probabilità per ciascuna classe dividendo la frequenza di campionamento per il numero totale di campioni. Il risultato è la distribuzione di probabilità dei livelli che si presenta come nella figura seguente.



Si calcola quindi la distribuzione cumulativa che si costruisce, a partire dalla distribuzione della probabilità dei livelli sonori, iniziando con una probabilità pari al 100% per tutte le classi con livello inferiore al minimo livello misurato e sottraendo, progressivamente per ciascuna classe, la corrispondente probabilità della distribuzione della probabilità dei livelli.



La probabilità cumulativa sarà nulla per livelli maggiori del massimo livello misurato. Il calcolo dei livelli percentili si effettua per interpolazione sulla distribuzione cumulativa.
Se per esempio, dall'analisi del rumore prodotto da una strada trafficata si rileva che, per metà del tempo il livello sonoro (solitamente ponderato A in quanto è in esame l'impatto uditivo), si mantiene superiore ai 74dB si dirà che il livello percentile L_{50} è pari a 74dB.

I fonometri integratori forniscono direttamente i parametri integrati nel tempo come il livello equivalente ed il livello di esposizione sonora, oltre ai livelli massimo e minimo. L'analisi statistica è invece prerogativa degli analizzatori statistici.

LA DOSE DI RUMORE

Nel campo del monitoraggio del rumore in ambiente di lavoro, volto alla prevenzione dal danno uditivo, si utilizza la misura della "Dose" di rumore, intesa come frazione percentuale di un massimo di esposizione giornaliera al rumore. Gli organismi che si occupano della sicurezza in ambiente di lavoro hanno definito degli standard per la misura della dose di rumore che considerano il contenuto energetico della pressione sonora e lo confrontano con un livello equivalente massimo quotidiano (su un intervallo di tempo pari ad 8 ore) che è, per l'Italia, pari ad 85dBA (livello equivalente ponderato A) in assenza di dispositivi di protezione dell'udito.

La normativa ISO 1999, considerando unicamente l'energia contenuta nel suono definisce che un incremento pari a 3dB nel livello sonoro comporta un dimezzamento del tempo di esposizione, a parità di dose. In Italia viene adottata la definizione della normativa ISO 1999. Le organizzazioni sanitarie di altri paesi hanno invece adottato un differente criterio che tiene conto dei tempi di recupero dell'orecchio durante le pause e consentono aumenti del livello pari a 4dB (DOD) o 5dB (OSHA) per un dimezzamento del tempo di esposizione.

IL CAMPO ACUSTICO

I sensori e trasduttori in genere sono progettati per non perturbare la grandezza fisica cui sono sensibili. Come un termistore limiterà ai minimi livelli la perturbazione alla temperatura causata dalla sua presenza, così il microfono è progettato per non alterare in modo significativo il campo acustico in cui opera. L'alterazione del campo acustico diventa significativa alle frequenze corrispondenti a lunghezze d'onda della pressione sonora confrontabili con le dimensioni del microfono (fenomeno della diffrazione). Per esempio a 10 kHz la lunghezza dell'onda di pressione sonora è pari a circa 3.4 cm, confrontabile con le dimensioni di un tipico microfono.

I campi acustici sono essenzialmente di due tipi: il "campo libero" ed il "campo diffuso". Il campo si definisce "*libero*" quando il livello sonoro decresce di 6dB per ogni raddoppio della distanza dalla sorgente. Questa condizione è in genere soddisfatta, con buona approssimazione, ad una distanza dalla sorgente superiore alla sua dimensione maggiore ed in ogni caso maggiore della lunghezza d'onda maggiore del rumore da essa prodotto.

Il campo libero viene perturbato significativamente dalla prossimità di pareti rigide, in grado di "riflettere" livelli sonori confrontabili con quelli imputabili alle onde di pressione acustica provenienti direttamente dalla sorgente.

Il campo acustico in un ambiente dove dominano le onde sonore riflesse dalle pareti e quindi dove il livello sonoro è determinato da onde di pressione sonora provenienti da tutte le direzioni, si chiama *campo diffuso*. Mentre le misure in ambienti chiusi sono tipicamente misure in campo diffuso, quelle in esterni sono generalmente assimilabili a misure in campo libero.
Dato che il microfono ha dimensioni confrontabili quanto meno con le frequenze più elevate dello spettro audio, esso viene progettato in modo da avere una risposta ottimizzata per un determinato campo acustico.

Esistono tre tipi di microfono: per campo libero, campo diffuso e pressione.
Il *microfono per campo libero* è progettato in modo da avere una sensibilità costante a tutte le frequenze del campo audio per segnali sonori provenienti frontalmente, apportando automaticamente delle correzioni alle alte frequenze per compensare l'aumento della pressione a livello della membrana dovuto alla sua presenza.
Il *microfono per campo diffuso* è invece progettato per avere una sensibilità costante a tutte le frequenze per segnali sonori provenienti da tutte le direzioni.
Il *microfono per misure in pressione* è riservato a misure di laboratorio anche se, avendo una caratteristica simile a quella di un microfono per campo diffuso, può al limite essere utilizzato in campi riverberanti.

Quando un microfono per campo diffuso viene utilizzato in campo libero fornisce in genere valori accurati quando è orientato a 70° - 80° rispetto alla sorgente sonora. Se viene puntato in direzione della sorgente fornisce valori troppo elevati, soprattutto ad alta frequenza. Viceversa un microfono ottimizzato per il campo libero fornirà valori troppo bassi quando effettuerà misure in campi riverberanti ed in tutti i casi in cui non potrà essere orientato in direzione della sorgente di rumore.

I moderni fonometri, come l'HD 2010UC/A, elaborano delle correzioni che sono in grado di modificare la risposta del microfono in funzione del campo acustico in cui viene utilizzato. In questo modo è possibile, per esempio, effettuare dei rilievi in ambiente chiuso, in presenza di sorgenti sonore multiple e comunque in campo riverberante, con un microfono ottimizzato per campo libero, attivando una curva di correzione specifica per incidenza casuale. Applicando questa correzione si otterrà una risposta del microfono per campo libero simile a quella di un microfono per campo diffuso.

INFLUENZA DELL'AMBIENTE

Temperatura

I fonometri sono progettati per funzionare a temperature comprese nell'intervallo -10°C ÷ +50°C. I fonometri più precisi possono includere dei circuiti di correzione delle derive termiche in grado di ridurre al minimo l'errore di misura su tutto il campo di temperatura. E' bene evitare tuttavia gli sbalzi improvvisi che possono creare condensa ed inoltre è bene assicurarsi che lo strumento sia in equilibrio termico prima di eseguire una misura o più ancora una calibrazione; per fare ciò sarà sufficiente attendere un'ora dopo una variazione di temperatura.

Umidità

Il fonometro HD2010UC/A ed il microfono non sono influenzati da umidità relativa fino al 90%; si deve comunque assicurare la massima protezione e pulizia del microfono per quanto riguarda pioggia e neve. In caso di avverse condizioni climatiche è consigliabile utilizzare uno schermo antivento e, in caso di utilizzo in ambienti estremamente umidi, è bene utilizzare l'apposito deumidificatore per il microfono.

Pressione

La sensibilità del microfono è funzione della pressione atmosferica. La sensibilità cresce al diminuire della pressione e la variazione di sensibilità per l'HD2010UC/A con microfono UC52, misurata a 250 Hz, è sempre inferiore a ±0.3dB nel campo 85 kPa ÷ 108 kPa, come richiede la norma internazionale IEC 61672 per i fonometri di classe 1. La deriva della sensibilità con la pressione ambiente è solitamente peggiore alle alte frequenze anche se la differenza massima di sensibilità nel campo 85 kPa ÷ 108 kPa si mantiene comunque entro ±0.5dB su tutto lo spettro audio.

Vento

Per ridurre al minimo l'effetto di disturbo del vento è bene utilizzare l'apposito schermo antivento, composto da una sfera porosa in schiuma di poliuretano da porre sul microfono.
Questo utile accessorio serve anche a proteggere il microfono dalla polvere, dallo sporco in genere e dalle precipitazioni. La presenza dello schermo antivento altera leggermente la risposta in frequenza del microfono ed i fonometri più precisi sono provvisti di una apposita curva di correzione per compensare l'effetto.

Vibrazioni

Anche se il microfono ed il fonometro sono abbastanza insensibili alle vibrazioni è buona norma isolare strumento e microfono dalle forti vibrazioni.

Campi magnetici
L'influenza dei campi elettrostatici e magnetici sul fonometro è trascurabile.

PRECAUZIONI E NORME GENERALI DI UTILIZZO

- Accertarsi che le condizioni ambientali siano idonee all'impiego del fonometro. Assicurarsi che il fonometro abbia raggiunto l'equilibrio termico, che non vi siano formazioni di condensa sulle parti metalliche e che temperatura, umidità relativa e pressione siano entro i limiti specificati dal costruttore. L'utilizzo del fonometro in condizioni di umidità elevata con formazione di condensa può provocare dei danni.
- Controllare lo stato di carica delle batterie del fonometro e del calibratore.
- Verificare che il fonometro sia calibrato rilevando il livello sonoro di riferimento del calibratore. Questa verifica deve essere ripetuta al termine delle misure per assicurarsi della stabilità del fonometro.
- Valutare l'opportunità di utilizzare lo schermo antivento. Lo schermo offre una buona protezione agli urti e se ne consiglia l'uso anche in ambiente chiuso, soprattutto in presenza di macchinari con parti meccaniche in movimento. Attivare l'apposita correzione sul fonometro, quando è disponibile, in modo da compensare l'effetto dello schermo sulla risposta in frequenza del microfono.
- Determinare il tipo di campo acustico in cui si deve operare ed eventualmente applicare le correzioni che il fonometro prevede. Nella valutazione considerare l'ambiente di misura, il tipo di sorgente sonora e la posizione in cui si effettueranno le misure.
- Orientare il microfono secondo il tipo di campo acustico considerando anche l'eventuale correzione apportata dal fonometro.
- La scelta della ponderazione di frequenza e della costante di tempo dipendono di solito dalla norma utilizzata per le misure.
- Durante le misure occorre tenere presente che la presenza dell'operatore altera il campo sonoro; tenere quindi lo strumento il più lontano possibile dal corpo, almeno a distanza di braccio. Quando si desidera avere la maggiore precisione possibile, soprattutto se si effettuano analisi spettrali, montare il fonometro sul treppiede. I migliori risultati si ottengono montando sul treppiede il solo preamplificatore ed utilizzando il cavo prolunga per il collegamento al corpo strumento.

CLASSIFICAZIONE DEI SEGNALI ACUSTICI

I segnali acustici possono essere classificati in modo da poterne definire le possibili tecniche di analisi. Possiamo innanzitutto dividere i segnali acustici in due classi: i segnali stazionari e quelli non stazionari.

Segnali stazionari: sono definiti tali i segnali acustici i cui valori medi (valore medio, livello equivalente, ecc.) non dipendono dal tempo.

Tra i segnali stazionari possiamo identificare segnali deterministici e segnali casuali.

Segnali stazionari deterministici: sono definiti tali i segnali acustici stazionari che sono descrivibili con una funzione del tempo e quindi descrivibili come sommatoria di segnali sinusoidali. Questi segnali sono periodici se le componenti sinusoidali sono tutte multiple di una frequenza fondamentale; si dicono altrimenti "quasi periodici".

Segnali stazionari casuali: sono definiti tali i segnali acustici stazionari che possono essere descritti unicamente in termini statistici.

Tra i segnali non stazionari possiamo identificare segnali continui e segnali transitori.

Segnali non stazionari continui: sono definiti tali i segnali acustici non stazionari che hanno sempre valore non nullo.

Segnali non stazionari transitori: sono definiti tali i segnali acustici non stazionari che hanno valore non nullo solo in determinati intervalli temporali.

I *segnali stazionari* possono essere analizzati su intervalli temporali diversi ottenendo livelli medi confrontabili e ripetibili. L'analisi in frequenza si può effettuare con analizzatori di spettro sequenziali, cioè che rilevano il livello sonoro banda per banda fino a coprire lo spettro di interesse effettuando una sequenza di misure. Gli spettri dei segnali stazionari periodici saranno "a righe", avranno cioè livelli non nulli solo nelle bande corrispondenti a determinate frequenze centrali caratteristiche. I segnali stazionari casuali avranno invece spettro continuo.

Come esempio di segnali stazionari deterministici possiamo pensare ad una nota od un accordo prodotti da uno strumento musicale, mentre per segnali stazionari casuali possiamo pensare al rumore del traffico veicolare oppure a quello emesso da un condizionatore.

I *segnali non stazionari* hanno livelli sonori che dipendono sia dal periodo di misura che dal tempo di integrazione. Il tempo impiegato per l'analisi è critico per questo tipo di segnali acustici e l'analisi in frequenza deve essere in grado di rilevare simultaneamente i livelli in tutte le bande dello spettro di interesse. L'analizzatore adatto per questo tipo di misura viene chiamato "in tempo reale". Tra i segnali non stazionari possiamo contare il parlato oppure segnali impulsivi come lo scoppio di un palloncino.

Nell'analisi spettrale di segnali stazionari deterministici si potrà ricorrere al calcolo di valori medi integrati su un certo intervallo temporale che dipenderà dalla frequenza fondamentale del segnale. Se il tempo di media è maggiore di almeno 3 volte il periodo fondamentale del segnale acustico le oscillazioni dei livelli sono considerate trascurabili.

Anche per i segnali stazionari casuali è possibile lavorare sul tempo di integrazione per ottenere dei livelli stabili e ripetibili. In questo caso occorre tenere presente che, per le caratteristiche statistiche del segnale, l'incertezza nella determinazione dei livelli sonori dipenderà non solo dal tempo di integrazione ma anche dalla larghezza di banda del filtro in esame. Nel caso del rumore bianco la seguente formula fornisce l'incertezza legata all'errore statistico espressa come scarto tipo in decibel.

$$u_s = \frac{4.34}{\sqrt{B \cdot T_{\text{int}}}}$$

La tabella seguente, a titolo d'esempio, riporta tale incertezza per alcuni filtri a banda percentuale costante di un terzo d'ottava per alcuni tempi di integrazione.

T_{int}	**Frequenza centrale [Hz]**						
[s]	16	31.5	63	125	250	500	2k
0.5	-	-	-	1.1	0.8	0.6	0.3
1	-	-	1.1	0.8	0.6	0.4	0.2
4	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	-
20	0.5	0.4	0.3	0.2	-	-	-
100	0.2	0.2	-	-	-	-	-

Taluni segnali acustici possono essere analizzati in termini statistici. L'analisi statistica fornisce informazioni complementari a quella fornita dal calcolo del livello equivalente per segnali che

hanno una marcata variabilità temporale. Infatti segnali con evoluzioni temporali completamente diverse, e quindi con impatto completamente diverso sull'apparato uditivo, possono avere lo stesso livello equivalente. Per esempio nell'analisi del rumore prodotto dal traffico stradale conviene rilevare i cosiddetti "livelli statistici" o "percentili" che forniscono una descrizione di rumori fluttuanti nel tempo.

I livelli statistici forniscono il livello sonoro che viene superato in una certa percentuale del tempo di misura e sono rappresentati con il simbolo L_x dove x è il valore percentuale; per esempio L_{10} fornisce il livello sonoro che viene superato nel 10% del tempo di misura. Per il calcolo dei livelli percentili l'analizzatore effettua un campionamento del livello sonoro Lp, con costante di tempo FAST e ponderazione di frequenza A (tipicamente le misure sono volte a determinare la sensazione uditiva), ad una frequenza, solitamente pari 10 Hz.

I livelli sonori così misurati vengono classificati sull'intero campo misure in intervalli di data ampiezza, solitamente una frazione di decibel, chiamati classi. Mentre all'inizio della misura tutte le classi conterranno un numero nullo di campioni, al termine delle misure le classi conterranno un numero di campioni che dipenderà dalla frequenza con cui si è campionato un livello sonoro all'interno del relativo intervallo.

Al termine del periodo di tempo assegnato per le misure si calcolerà dapprima la distribuzione di probabilità, dividendo il contenuto di ciascuna classe per il numero totale di campioni e moltiplicando il risultato per 100, e quindi la distribuzione cumulativa di probabilità che varrà il 100% per livelli inferiori a quello corrispondente alla prima classe contenente almeno un campione ed assumerà valori via via decrescenti fino ad assumere valore nullo per livelli superiori a quello corrispondente all'ultima classe contenente dei campioni.

Dalla definizione dei livelli statistici risulta evidente che L_1 sarà molto vicino al massimo livello misurato mentre L_{99} sarà molto vicino al minimo livello misurato. Quindi mentre i livelli L_1, L_5 ed L_{10} sono rappresentativi dei livelli di picco del segnale acustico, L_{90}, L_{95} ed L_{99} sono rappresentativi del rumore di fondo.

Dai livelli statistici sono stati derivati altri parametri caratterizzanti il livello sonoro come per esempio, nella misura di rumorosità del traffico veicolare, è stato definito il "Traffic Noise Index" come:

$$TNI = 4 \cdot (L_{10} - L_{90}) + L_{eq}$$

che fornisce valori superiori nel caso di un livello sonoro fortemente fluttuante e quindi caratterizzato da una maggiore differenza tra L_{10} ed L_{90}.

A5. ACUSTICA ARCHITETTONICA

Introduzione

Lo studio dell'acustica negli edifici ha come scopo il miglioramento delle condizioni di vita dell'uomo. L'acustica architettonica studia non solo la propagazione del suono negli ambienti chiusi al fine di migliorare l'ascolto della musica e del parlato, ma anche dell'insonorizzazione delle sorgenti di rumore e dell'isolamento dai rumori indesiderati.

La propagazione del suono negli ambienti chiusi viene studiato al fine di migliorare la distribuzione del suono e la qualità della percezione uditiva, l'intelligibilità della parola, il controllo dell'eco ecc.

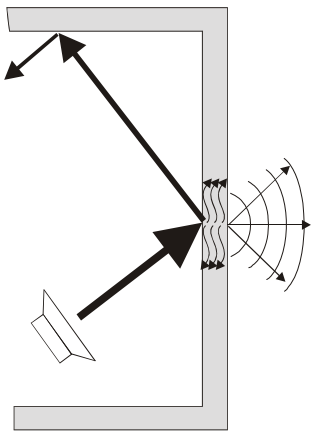
Il parametro principale che qualifica un ambiente chiuso dal punto di vista acustico è **il tempo di riverbero**. La differenza tra la percezione di un battito di mani in un normale soggiorno e lo stesso battito di mani in una grande sala, come per esempio una palestra, fa parte del normale bagaglio di esperienze che tutti abbiamo. Il fenomeno deve essere interpretato pensando alla propagazione dell'onda sonora che interagisce con le pareti e fornisce al suono quel "colore" che ci permette di valutare le dimensioni dell'ambiente anche ad occhi bendati.

L'insonorizzazione e **l'isolamento acustico** di ambienti chiusi viene studiato al fine di ridurre le interferenze tra locali adiacenti oppure provenienti dall'ambiente esterno. Il principio guida è quello della "difesa passiva": si assume cioè che eventuali interventi sulle fonti di rumore, come rumore da traffico veicolare, oppure rumore proveniente da attività industriali e commerciali, siano in genere difficoltosi e complicati e che quindi si debba intervenire sul fabbricato per proteggere le persone che vi operano dai rumori indesiderati, sia provenienti dall'esterno che da altre parti dell'edificio stesso.

Vengono quindi studiati sia l'isolamento acustico, attraverso la misura del *potere fonoisolante* dei materiali con cui vengono realizzati i divisori che *l'assorbimento acustico*, con la misura del coefficiente di assorbimento acustico. Elementi assorbenti consentono di diminuire il tempo di riverberazione ed in generale il livello di pressione sonora in un ambiente chiuso. Essi sono inoltre utilizzati per isolare una sorgente di rumore rispetto all'ambiente circostante e diminuire il suono riflesso dalle barriere acustiche.

Anche se non esiste a oggi la possibilità di descrivere analiticamente il comportamento acustico di un ambiente chiuso reale, sono tuttavia disponibili modelli semplificati che consentono previsioni quantitative nell'ambito dell'acustica tecnica. Qualitativamente i fattori più importanti nella descrizione del comportamento acustico sono la **riflessione** e l'**assorbimento** acustici ed i "**modi**" dell'ambiente chiuso in esame.

Qualunque corpo solido, quando viene colpito da un'onda sonora, agisce sull'onda attraverso la *riflessione*, *l'assorbimento* e la *trasmissione* della stessa. Parte dell'onda sonora incidente viene riflessa mentre parte viene assorbita dal materiale di cui è costituito il corpo solido; una frazione dell'onda assorbita attraversa l'intero corpo solido e viene trasmessa dallo stesso.



Pensando ad un ambiente chiuso in cui viene posta una sorgente sonora, l'effetto delle pareti sarà di riflettere il suono incidente che, rimbalzando da parete a parete, finirà per propagarsi in tutte le direzioni. Le pareti presenteranno inoltre la capacità di trasmettere parte del suono in modo che anche nei locali adiacenti a quello in esame sarà possibile percepire il suono emesso dalla sorgente. Parte dell'energia sonora verrà infine assorbita dalle pareti stesse e dissipata sotto forma di calore.

Dal punto di vista dell'ascoltatore il suono verrà dapprima percepito come proveniente direttamente dalla sorgente ma poi, con un lieve ritardo, come proveniente da tutte le altre direzioni. Il ritardo di percezione tra onda sonora diretta ed onde riflesse dipende dal cammino compiuto dall'onda sonora che

si propaga ad una velocità pari a 343m/s a temperatura ambiente. L'effetto ben noto dell'eco è associato a tempi di ritardo tra onda diretta ed onda riflessa almeno pari ad un ventesimo di secondo, con differenze di cammino di almeno 20m.

L'assorbimento e la trasmissione acustiche sono responsabili del progressivo diminuire dell'energia sonora ad ogni interazione con i materiali di cui sono costituite le pareti. Per questo, se la sorgente sonora viene interrotta, dopo qualche tempo non è più percepibile alcun suono. In una ipotetica stanza, con pareti ad assorbimento e trasmissione nulle, dopo l'interruzione della sorgente sonora il livello sonoro si manterrebbe all'infinito.

Teoria modale

Se si analizza la distribuzione del livello sonoro in una stanza dove è in funzione una sorgente sonora, ci si rende conto del fatto che il livello sonoro presenta dei massimi e dei minimi la cui posizione nello spazio dipende dalla posizione della sorgente e dalle dimensioni della stanza. L'effetto viene spiegato con la **teoria modale**.

Questa teoria spiega come l'onda diretta della sorgente sonora si combini con le onde riflesse dalle pareti formando una serie di massimi e minimi di livello sonoro per cui ciascun ambiente chiuso può essere considerato come un sistema multirisonante con un certo numero di frequenze di risonanza o "*modi*" caratteristici dell'ambiente in esame. Tali modi sono distribuiti nello spettro con densità proporzionale al quadrato della frequenza.

Questo implica che il livello sonoro fluttua ampiamente da punto a punto in un ambiente dove sono immessi, in regime stazionario, dei suoni a bassa frequenza. Tali fluttuazioni si ridurranno all'aumentare della frequenza del suono emesso dalla sorgente. Schroeder ha definito (1996) una frequenza caratteristica, chiamata "**frequenza di Schroeder**", al di sopra della quale è possibile ignorare la teoria modale e quindi considerare il campo sonoro dal punto di vista statistico. Tale frequenza è pari a:

$$f_{\text{lim}} \cong 2000\left(\frac{T}{V}\right)^{1/2}$$

T = tempo di riverbero stimato, V = volume in m^3

Questa frequenza limite divide gli ambienti in due tipologie: quelli di grandi dimensioni, per i quali la considerazione dei modi non ha senso e quelli più piccoli dove è di interesse il campo delle frequenze basse. Mentre nel caso degli ambienti di grandi dimensioni è possibile analizzare dal punto di vista statistico il campo acustico, nel caso di ambienti di piccole dimensioni è pressoché impossibile fare previsioni quantitative sul comportamento acustico.

Tempo di riverbero - definizione

Nell'acustica tecnica è di primario interesse misurare la rapidità con cui, disattivata la sorgente, il suono si estingue nell'ambiente. Questa misura si effettua calcolando *il tempo necessario affinché il livello sonoro in un punto di osservazione decada di 60dB, a partire dall'istante in cui è disattivata la sorgente; tale intervallo temporale prende il nome di "Tempo di riverberazione"*.

La misura del tempo di riverbero avviene di norma eccitando, in regime permanente stazionario, l'ambiente in esame con una sorgente a larga banda, in modo tale da eccitare la maggioranza dei modi in risonanza; la sorgente viene quindi bruscamente interrotta ed il decadimento del livello di pressione sonora viene registrato, filtrato per bande a larghezza percentuale costante d'ottava o di terzo d'ottava.

Analizzando la curva di decadimento per frequenze centrali inferiori alla frequenza di Schroeder si noteranno comportamenti non lineari come oscillazioni di livello e doppie pendenze mentre, per frequenze superiori alla frequenza limite il decadimento sarà lineare e quindi sarà più agevole misurarne la pendenza e ricavarne quindi il tempo di riverbero. Nei casi in cui calcolando la regressione lineare sul tratto di decadimento del livello sonoro si ottenga un *coefficiente di correlazione*

inferiore a 0.95 non è possibile (**secondo ISO 3382**) definire univocamente il tempo di riverberazione.

Per quanto riguarda gli ambienti di "grandi" dimensioni, i cui limiti sono definiti dalla frequenza di Schroeder, data l'elevata densità modale, il campo sonoro è approssimabile con un'onda piana che si propaga con uguale probabilità in tutte le direzioni, definito come "**campo diffuso**".

Nella pratica questa approssimazione è da ritenersi valida al di sopra della frequenza di Schroeder in ambienti non eccessivamente assorbenti, ad una distanza sufficiente dalla sorgente sonora e dalle pareti. Con questa approssimazione è possibile calcolare il tempo di riverberazione *T* a partire dalle caratteristiche geometriche della stanza con la **formula di Sabine**:

$$T = 0.161\frac{V}{A}$$

dove *T* è il tempo di riverberazione in secondi, V è il volume in metri cubi ed A è l'area di assorbimento equivalente della stanza in metri quadri:

$$A = \sum_i \alpha_i S_i$$

dove si sommano gli assorbimenti delle diverse pareti della stanza e di eventuali oggetti che la occupano indicando con S_i la i-esima superficie con coefficiente di assorbimento α_i. Il coefficiente di assorbimento è caratteristico del materiale e dipende dalla frequenza e dall'angolo di incidenza del suono. Dato che A varia con la frequenza anche *il tempo di riverberazione dipende dalla frequenza ed è in genere maggiore alle basse frequenze, che sono solitamente più difficili da assorbire rispetto alle alte frequenze.*

Il tempo di riverberazione è uno dei parametri utilizzati nella qualificazione acustica di diversi ambienti come aule scolastiche, palestre e palazzetti dello sport, sale per convegni e conferenze, teatri e sale per spettacoli, ecc. Sulla misura del tempo di riverberazione sono inoltre basate le misure di altri parametri acustici come il coefficiente di assorbimento dei materiali, l'isolamento per via aerea e da impatto ecc. **La norma che definisce la misura del tempo di riverberazione è la ISO 3382**: *"Measurement of room acoustic parameters"* che prevede la possibilità di effettuare la misura del tempo di riverbero con la tecnica dell'interruzione della sorgente sonora e quindi utilizzando rumore stazionario, oppure con la tecnica della risposta all'impulso integrata utilizzando sorgenti impulsive.

Il fonometro HD2010UC/A con l'opzione per la misura del tempo di riverbero è in grado di effettuare l'analisi sia con la tecnica della sorgente sonora interrotta che con la tecnica della sorgente impulsiva. La misura viene effettuata in parallelo sia per i canali a larga banda A, C e Z che per le bande d'ottava da 125 Hz ad 8 kHz e di terzo d'ottava da 100 Hz a 10 kHz (**con l'opzione "terzi d'Ottava"**). Il livello sonoro viene integrato linearmente 32 volte al secondo senza interruzioni simultaneamente per tutte le bande di misura, permettendo di misurare tempi di riverbero a partire da 0.37s. Dato che il decadimento sonoro viene misurato per almeno 5 secondi, il massimo tempo di riverbero misurabile secondo ISO 3382 risulta pari a 12s, corrispondente al minimo decadimento consentito, pari a 25dB.

A5.1 - MISURA DELL'ASSORBIMENTO SONORO

I materiali e gli elementi assorbenti sono largamente utilizzati nel trattamento acustico degli ambienti, soprattutto del soffitto, quando si desidera ridurre l'energia sonora riverberata. Il loro uso consente il controllo del tempo di riverberazione e, a distanze opportune dalla sorgente sonora, del livello di pressione sonora totale presente nell'ambiente. L'assorbimento dell'energia sonora emessa è uno dei metodi utilizzati per ridurre il livello di rumore quando la propagazione del suono av-

viene all'interno di spazi chiusi come ad esempi i condotti o quando si intende realizzare una cabina insonorizzata. I materiali assorbenti possono inoltre essere usati per diminuire la riflessione del suono sulle barriere acustiche. La normativa di riferimento è la **ISO 354**.

Strumentazione e condizioni di misura

Le misure del coefficiente di isolamento acustico si possono effettuare con metodi diversi che richiedono diversa strumentazione. La norma **ISO 354** del 2003 descrive un metodo basato sulla misura del tempo di riverbero mentre la norma **ISO 10534** descrive un metodo basato su semplici misure di livello sonoro.

Norma ISO 354

La norma ISO 354: *"Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room (Misura dell'assorbimento acustico in una camera riverberante)"* è stata aggiornata nel 2003.
Il metodo consiste nel misurare la variazione nel tempo di riverbero associata all'introduzione nella camera di prova di un campione del materiale fonoassorbente.
Secondo questa procedura si deve disporre di una stanza di prova con precise caratteristiche per quanto concerne dimensioni e assorbimento acustico. La sorgente sonora utilizzata per le misure deve essere omnidirezionale, come quella descritta nella ISO 3382. L'apparato di misura consiste in uno o più microfoni con risposta ottimizzata per il campo diffuso. Le misure vanno effettuate con il microfono a distanza di almeno 1m dal campione e dalle pareti riflettenti della stanza ed almeno a 2m dalla sorgente. Le prescrizioni sulle caratteristiche dell'apparato di registrazione sono le stesse della ISO 3382.

Secondo la formula di Sabine il coefficiente di assorbimento acustico, nel caso di campioni fonoassorbenti piani, è definito dalla relazione:

$$\alpha = \frac{55.3}{c}\frac{V}{S}\left(\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_e}\right)$$

dove $\boldsymbol{c}$ è la velocità del suono (m/s) pari a 331.6+0.6·T(°C) (344 m/s a temperatura ambiente), $\boldsymbol{\alpha}$ è il coefficiente di assorbimento del campione di area $\boldsymbol{S}$ (m^2), V è il volume della camera (m^3), $\boldsymbol{T_s}$ è il tempo di riverberazione con il materiale inserito nella stanza e $\boldsymbol{T_e}$ è il tempo di riverberazione senza il materiale. Le misure devono essere effettuate per bande d'ottava da 125 Hz a 4 kHz oppure per bande di terzo d'ottava da 100 Hz a 5 kHz.

Norma ISO 10534-1

La norma ISO 10534: *"Acoustics – Determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes – Part 1: Method using standard wave ratio (Determinazione del coefficiente di assorbimento acustico e dell'impedenza in tubi ad impedenza – Parte 1: Metodo che utilizza il rapporto d'onda standard)"* è stata pubblicata nel 1997.

In questo caso, secondo la norma, si genera un rumore all'interno di un tubo ponendo un altoparlante ad una delle estremità ed un campione del materiale da analizzare all'altra estremità. Il coefficiente di assorbimento acustico è calcolabile dal rapporto tra il massimo ed il minimo di pressione sonora all'interno del tubo muovendo un microfono lungo l'asse longitudinale.

Questo metodo ha il vantaggio di poter effettuare la misura su piccoli campioni di materiale e non necessita di una camera di prova. La ripetibilità delle misure è ottima ma fornisce, in questo caso, una misura del coefficiente di assorbimento solo ad angolo di incidenza normale.

A5.2 - MISURA DELL'ISOLAMENTO AL RUMORE AEREO

Si intende *propagazione per via aerea* la propagazione dell'energia sonora dall'ambiente di emissione all'ambiente ricevente sia direttamente che attraverso pareti divisorie. Insieme alla misura dell'isolamento ai rumori impattivi consente di caratterizzare le proprietà di isolamento acustico degli edifici. La normativa di riferimento sono le **ISO 140-3** ed **ISO 140-4**.

Strumentazione e condizioni di misura

La misura dell'isolamento al rumore aereo è il compendio sia di misure in laboratorio che di misure in opera. In laboratorio vengono misurate le proprietà specifiche dei materiali impiegati in edilizia mentre "in situ" si verificano le tecniche di posa e le prestazioni dei materiali impiegati nella costruzione dell'edificio. La strumentazione necessaria per effettuare le misure consiste in una sorgente sonora stabile con spettro di rumore bianco, microfoni di misura almeno di classe 1 secondo le norme IEC 651 ed IEC 804. L'apparato di misura deve essere verificato con un calibratore conforme alla norma IEC 942.

L'analisi in frequenza si effettua con filtri di banda di 1/3 di ottava secondo la norma IEC 1260. La gamma di frequenze deve, come minimo, andare da 100 Hz a 5000 Hz.

Norma ISO 140 parte 3 – Misure in laboratorio

La norma ISO 140 parte 3: *"Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements (Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte3: Misura in laboratorio del potere fonoisolante di elementi di edifici)"* è stata pubblicata nel 1995.

La norma stabilisce un metodo per la misura in laboratorio del *potere fonoisolante* di elementi di edificio come pareti, pavimentazioni, serramenti, facciate, ad eccezione degli elementi classificabili di piccole dimensioni per i quali è previsto un apposito metodo di misura nella norma ISO 140-10. I risultati ottenuti possono essere utilizzati per la progettazione e/o la classificazione di tali elementi.

Il *potere fonoisolante* "**R**" della parete dipende non solo dalle proprietà geometriche e fisiche della parete stessa ma varia con la frequenza e la direzione di provenienza del suono.
La determinazione sperimentale di R avviene in condizioni di campo acustico diffuso utilizzando una stanza divisa in due parti da una parete costituita dal divisorio in esame. Per ogni banda di frequenza, noti i livelli di pressione sonora medi nell'ambiente disturbante L1 e nell'ambiente ricevente L2, il *potere fonoisolante* R (dB) della parete in prova si ottiene dalla espressione:

$$R = L_1 - L_2 + 10\log\frac{S}{A_2}$$

in cui **S** è la superficie del divisorio ed $\mathbf{A_2}$ è l'area equivalente di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente (m^2). L'area equivalente di assorbimento acustico A è calcolabile misurando il tempo di riverbero della stanza ricevente (dove si misura L_2) ed utilizzando la formula di Sabine.

Naturalmente in laboratorio si è cercato di escludere ogni altra propagazione di energia sonora che non sia quella che direttamente attraversa la parete in prova. La norma riporta anche le prescrizioni per il rumore di fondo e per la correzione delle misure quando questo non risulta inferiore di almeno 15dB rispetto ai livelli misurati per ogni banda di frequenze. Il metodo di misura utilizzato nel laboratorio deve rispettare le condizioni di ripetibilità in accordo con la norma ISO140-2. Tale procedimento deve essere periodicamente controllato e verificato.

Norma ISO 140 parte 4 – Misure in opera

La norma ISO 140 parte 4. *"Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms (Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio – Parte 4: Misura in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti interni)"* è stata pubblicata nel 1998.

Lo scopo della norma è di stabilire procedure di prova in opera dell'isolamento acustico al rumore aereo di divisori interni, siano essi pareti o solai, di verificare il conseguimento delle condizioni di protezione desiderate e di individuare eventuali difetti di costruzione.

Nelle misure in opera si richiede di calcolare l'*isolamento acustico standardizzato* definito dalla espressione:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10\log\frac{T_2}{0.5}$$

dove $\mathbf{L_1}$ ed $\mathbf{L_2}$ sono i livelli medi di pressione sonora rispettivamente nell'ambiente disturbante e nell'ambiente ricevente e $\mathbf{T_2}$ è il tempo di riverbero misurato nella camera ricevente.

Nella norma è prevista anche la misura dell'*isolamento acustico normalizzato* definito dalla relazione:

$$D_n = L_1 - L_2 + 10\log\frac{A_2}{A_0}$$

dove $\mathbf{A_2}$ è l'area equivalente di assorbimento acustico dell'ambiente ricevente (m^2) ed $\mathbf{A_0}$ è l'area di riferimento pari a $10m^2$.

Nell'appendice B della norma vengono riportate le procedure per la misura dell'isolamento acustico in bande di ottava, anziché in terzi di ottava. A tale scopo la gamma di frequenze considerata va da 125 Hz a 4000 Hz.

Nell'appendice C della norma viene riportata la procedura per la misura della trasmissione laterale, che nelle misure in opera può assumere un'importanza fondamentale.

A5.3 - MISURA DEL RUMORE DI CALPESTIO

Si intende **propagazione per via strutturale** la propagazione dell'energia sonora dall'ambiente di emissione, dove le onde sonore sono generate da urti e vibrazioni, all'ambiente ricevente per via solida, attraverso le strutture dell'edificio. Insieme alla misura dell'isolamento al rumore aereo consente di caratterizzare le proprietà di isolamento acustico degli edifici. La normativa di riferimento sono le **ISO 140-6** ed **ISO 140-7**.

Strumentazione e condizioni di misura

Le misure di isolamento al rumore da impatto sono il compendio sia di misure in laboratorio che di misure in opera. In laboratorio vengono misurare le proprietà specifiche dei materiali impiegati in edilizia mentre "in situ" si verificano le tecniche di posa e le prestazioni dei materiali impiegati nella costruzione dell'edificio. La strumentazione necessaria per effettuare le misure consiste in una sorgente di rumore da impatto standardizzata, microfoni di misura almeno di classe 1 secondo le norme IEC 651 ed IEC 804. L'apparato di misura deve essere verificato con un calibratore conforme alla norma IEC 942. L'analisi in frequenza deve essere effettuata con filtri di banda di 1/3 di ottava secondo la norma IEC 1260. La gamma di frequenze deve andare almeno da 100Hz a 5000Hz.

La sorgente di rumore standard viene descritta nell'appendice A della norma ISO 140-6 ed è costituita da una serie di 5 martelli da 0.5 kg ciascuno che cadono a turno da un'altezza di 4 cm generando una sequenza di 10 impatti al secondo. Anche se l'effetto sul pavimento ed il livello sonoro

percepito nel locale sottostante sono molto superiori a quelli normalmente associati al passo umano tali livelli sono necessari per assicurare un buon rapporto segnale/rumore e quindi per assicurare la riproducibilità dei risultati.

Norma ISO 140 parte 6 – Misure in laboratorio

La norma ISO 140 parte 6. *"Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 6: Laboratory measurements of impact sound insulation of floors (Misura dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio – Parte 6: Misura in laboratorio dell'isolamento dai rumori di calpestio di solai)"* è stata pubblicata nel 1998.

Lo scopo di tale norma è stabilire un metodo di misura in laboratorio della trasmissione del rumore di calpestio attraverso i solai usando un generatore normalizzato di calpestio. I risultati ottenuti possono essere usati per confrontare le proprietà isolanti dei solai e per classificarli in base ad esse.

Le misure in laboratorio prevedono due tipi di prove: una per il solaio completo ed una per i rivestimenti di pavimento da allestire su solaio standard.
Nel primo caso viene rilevato il valore del livello di rumore di calpestio normalizzato L_n definito dalla relazione:

$$L_n = L_2 + 10\log\frac{A_2}{A_0}$$

dove $\boldsymbol{L_2}$ è il valore medio della pressione sonora misurato nell'ambiente ricevente quando sul pavimento in prova è in funzione il generatore, $\mathbf{A_2}$ è l'area equivalente di assorbimento acustico dello stesso ambiente e $\mathbf{A_0}$ è l'area equivalente di assorbimento acustico di riferimento, pari a 10 m^2.

Per quanto riguarda i rivestimenti di pavimento, la grandezza che descrive il loro comportamento acustico è *l'attenuazione del rumore di calpestio* definita dall'espressione:

$$DL = L_{no} - L_n$$

dove $\boldsymbol{L_{no}}$ è il livello di rumore di calpestio normalizzato che si misura quando il generatore è in funzione sul solaio normalizzato.

Norma ISO 140 parte 7 – Misure in opera

La norma ISO 140 parte 7. *"Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors (Misura dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edifici – Parte 7: Misura in opera dell'isolamento dai rumori di calpestio di solai)"* è stata pubblicata nel 1998.

Le misure in opera vengono eseguite in edifici finiti e riguardano l'intero solaio. La procedura di misura è analoga a quella adottata in laboratorio e fornisce il valore del livello di calpestio normalizzato L_n (con trasmissioni laterali) ed il livello di calpestio standardizzato L_{nT} .

Il livello di rumore di calpestio normalizzato Ln è calcolato con le stesse modalità descritte per le misure in laboratorio.
Il livello di calpestio standardizzato L_{nT} è calcolato nel seguente modo:

$$L_{nT} = L_2 - 10\log\frac{T_2}{T_0}$$

dove $\mathbf{T_2}$ è il tempo di riverberazione nell'ambiente ricevente e $\mathbf{T_0}$ è il tempo di riverberazione di riferimento pari a 0.5 s.

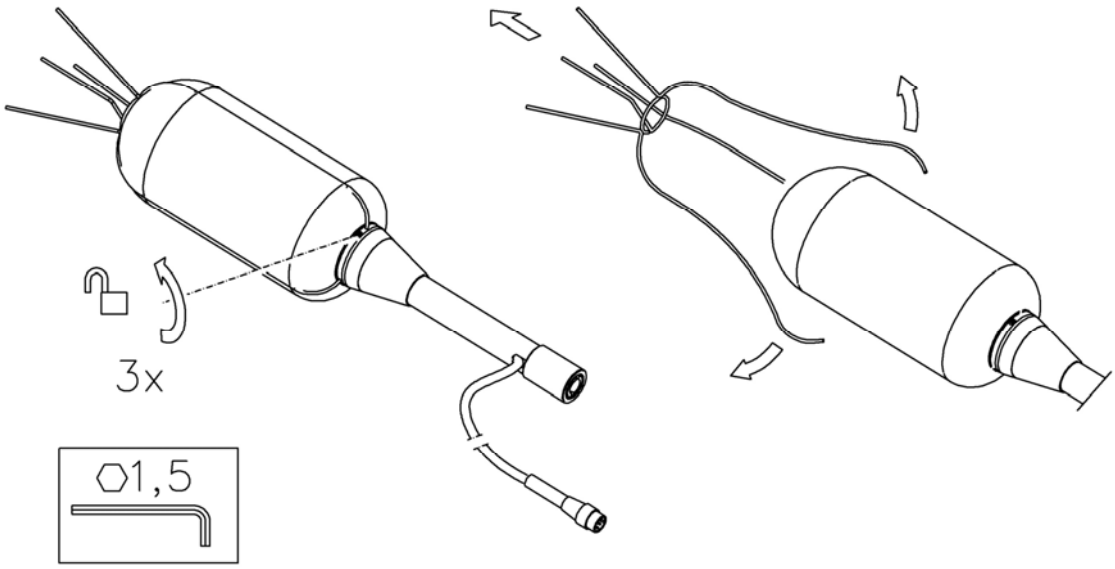
A6 - UNITÀ PER ESTERNI HD WME - MONTAGGIO, SMONTAGGIO E MANUTENZIONE

Si riportano di seguito le indicazioni operative per lo smontaggio, il montaggio e la manutenzione periodica dell'unità per esterni HD WME.

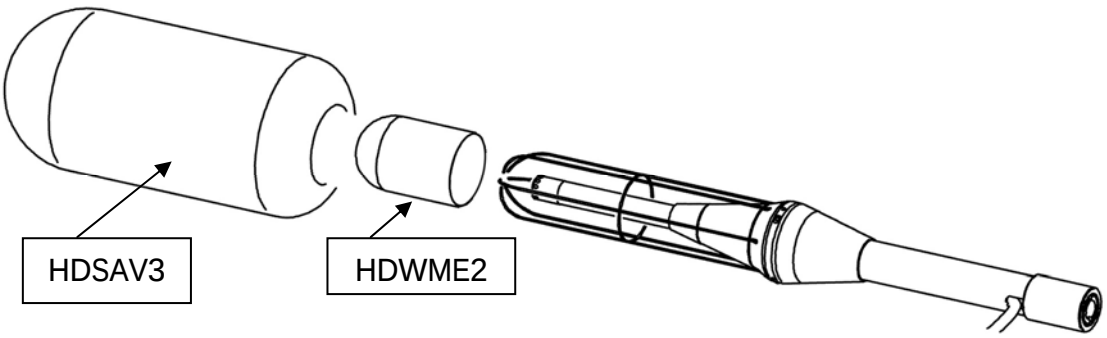
A6.1 - Smontaggio

Per smontare completamente l'unità, occorre dotarsi di una chiavetta maschio esagonale da 1.5mm e una chiave esagonale da 14mm.
Per separare tutti i componenti dell'unità, procedere come segue;
per estrarre il gruppo preamplificatore-capsula microfonica per eseguire la calibrazione, partire dal punto 3:

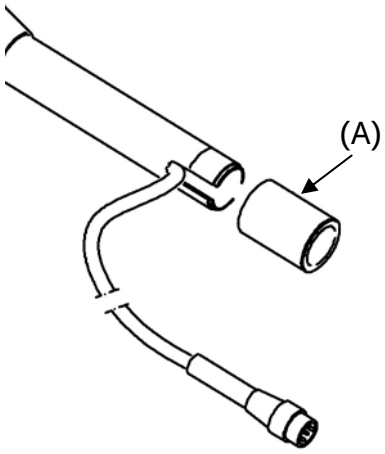
1. Rimuovere il dissuasore per volatili allentando le tre viti a testa esagonale poste alla base dello schermo antivento.



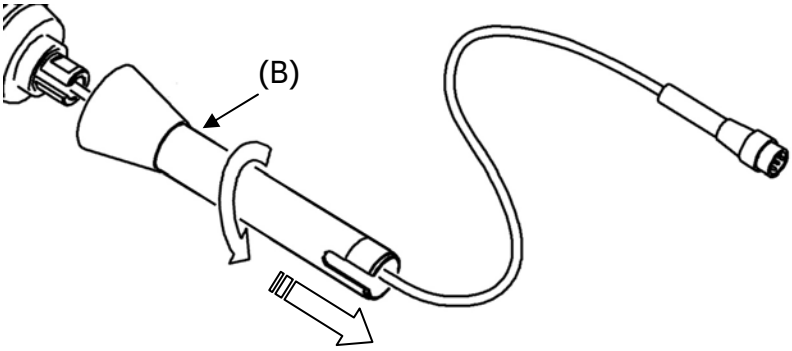
2. Sfilare verso l'alto lo schermo antivento HDSAV3 e la protezione per la pioggia HDWME2.



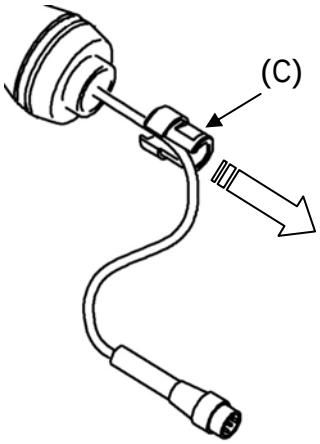
3. Svitare il terminale posto all'estremità inferiore dello stelo (A).



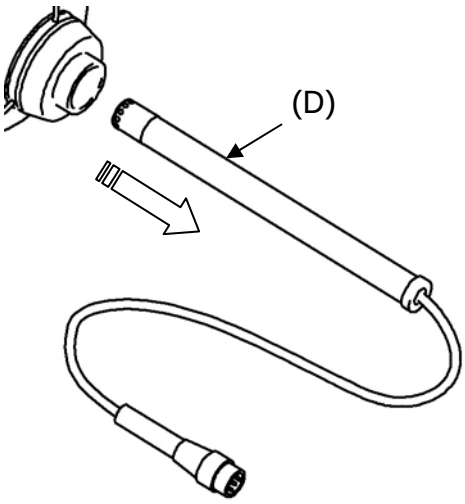
4. Svitare lo stelo (B) e sfilare il cavo connesso al preamplificatore.



5. Svitare la ghiera di fissaggio del preamplificatore (C) servendosi, se necessario, di una chiave esagonale da 14mm. Fare attenzione a non torcere il cavo del preamplificatore.



6. Estrarre il preamplificatore (D) tirandolo lentamente verso il basso. A questo punto la capsula microfonica è accessibile ed è pertanto possibile procedere con la calibrazione.



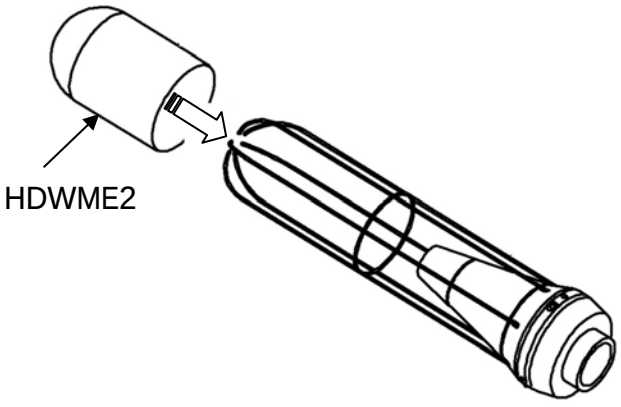
Per i dettagli sulla calibrazione, si veda la sezione dedicata a pag. 49.

7. Per l'assemblaggio della protezione, procedere come specificato nel paragrafo seguente.

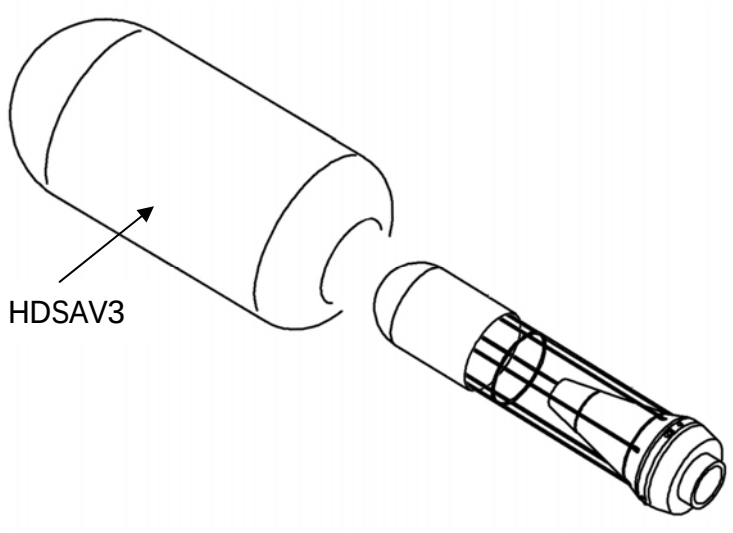
A6.2 - Montaggio

Per assemblare l'unità, occorre dotarsi di una chiavetta maschio esagonale da 1.5mm e una chiave esagonale da 14mm.
Per assemblare completamente la protezione, si parte dal punto 1.
Se si deve solo assemblare il preamplificatore con il microfono dopo la calibrazione, si parte dal punto 4.

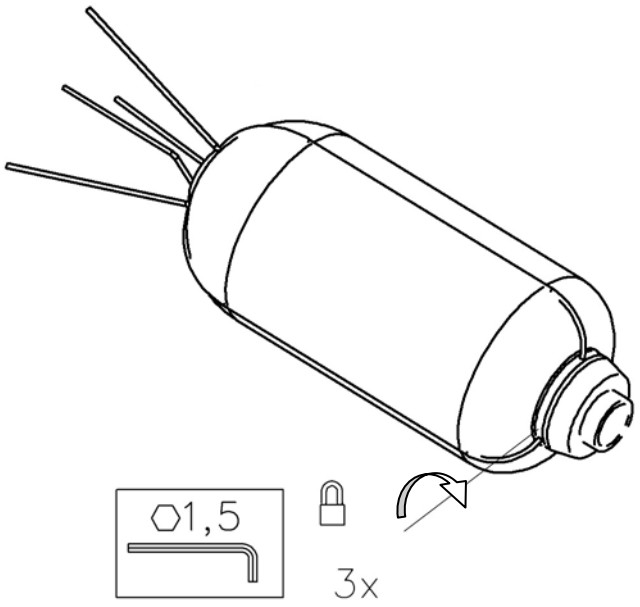
1. Infilare la protezione antipioggia HDWME2 sulla griglia metallica del supporto.



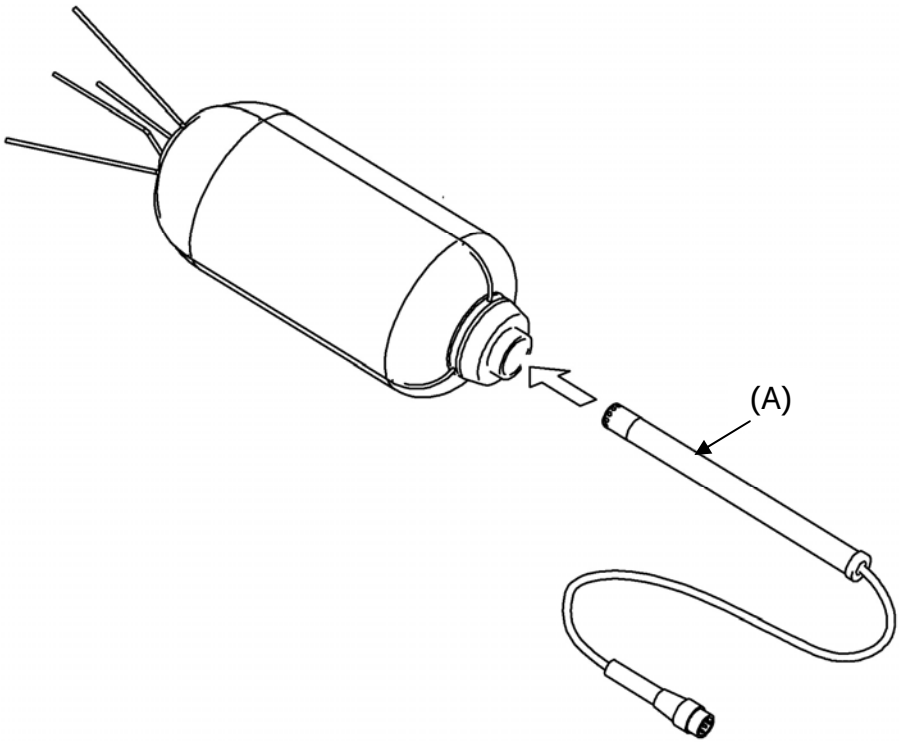
2. Inserire la cuffia antivento HDSAV3.



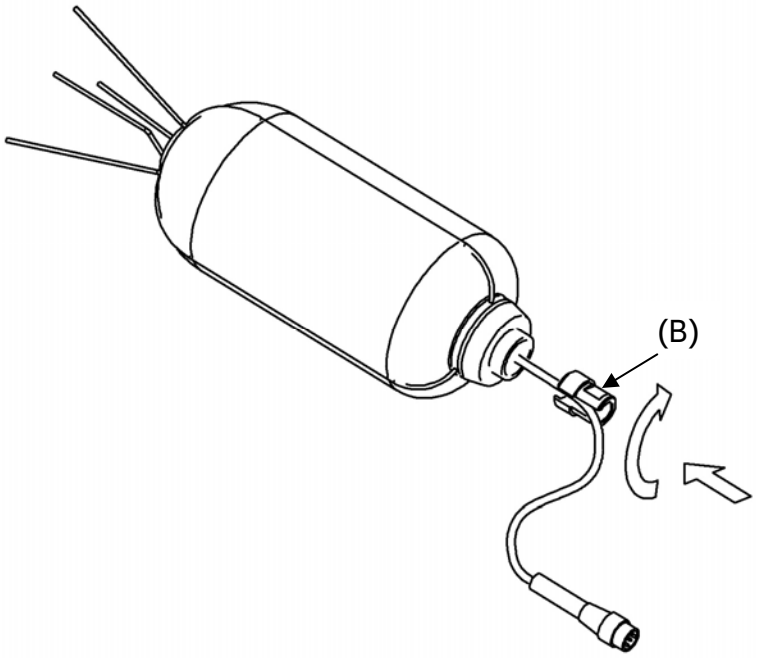
3. Applicare il dissuasore per volatili e fissarlo mediante le tre viti a testa esagonale poste sul supporto alla base dello schermo antivento.



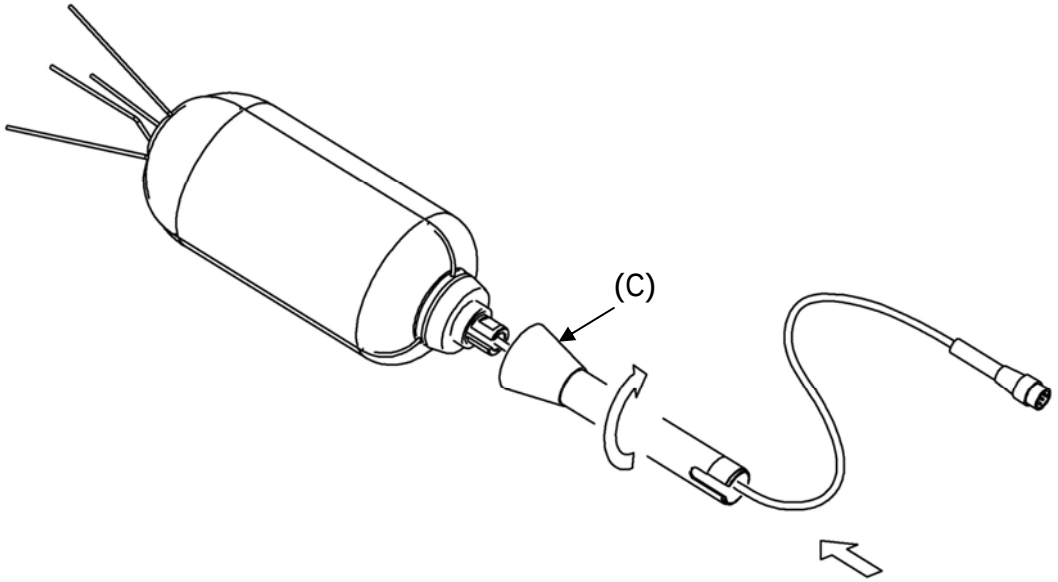
4. Inserire il preamplificatore (A) nel supporto spingendolo lentamente verso l'alto, fino a mandarlo in battuta.



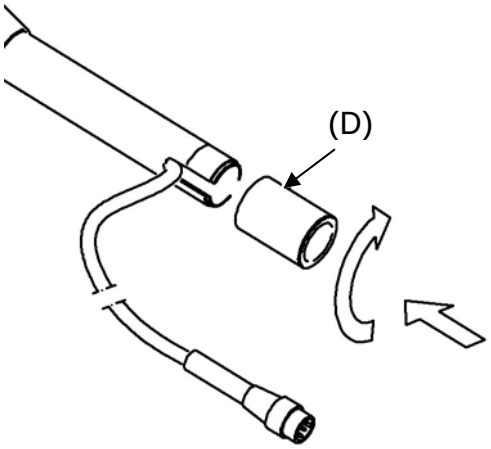
5. Avvitare il passacavo (B) servendosi, se necessario, di una chiave esagonale da 14mm. Fare attenzione a non torcere il cavo del preamplificatore.



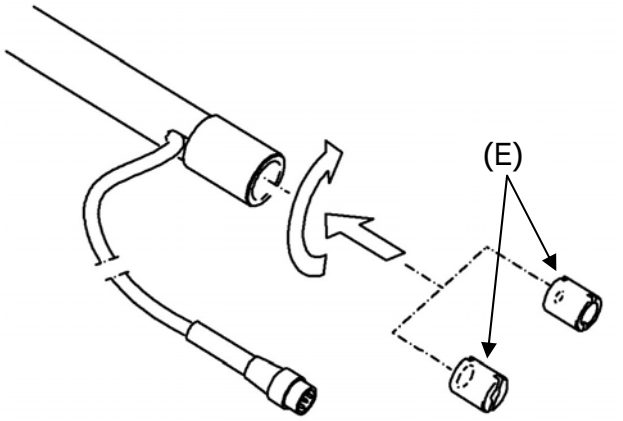
6. Infilare il cavo connesso al preamplificatore attraverso lo stelo (C) e avvitare quest'ultimo al supporto.



7. Avvitare il terminale posto all'estremità inferiore dello stelo (D) facendo uscire il cavo lateralmente.



8. Per fissare la protezione per esterni si può usare il terminale filettato (D) oppure si può applicare il raccordo (E) ad un cavalletto. Il terminale (E) prevede due filettature da ½" e da ¼".



A7. DEFINIZIONI

Frequenza: è il numero di oscillazioni al secondo, è espressa in Hertz (Hz).

Lunghezza d'onda: è la distanza fra due massimi adiacenti di pressione, è espressa in metri (m).

Periodo: è l'intervallo di tempo necessario per compiere un'oscillazione completa, è espresso in secondi (s).

Velocità di propagazione del suono: è lo spazio percorso dal fronte dell'onda sonora nell'unità di tempo, è espressa in metri/secondo (m/s). La velocità di propagazione dipende dal mezzo e nell'aria, a temperatura ambiente, è pari a circa 344 m/s.

Decibel: il decibel (simbolo dB) è definito da:

$$dB = 20 \cdot \log_{10} \frac{X}{X_0}$$

dove: X è il valore della grandezza misurata.
X_0 è il valore di riferimento della misura stessa (cui corrispondono 0dB).

Pressione sonora: la pressione sonora è il valore della variazione della pressione atmosferica causata da perturbazioni acustiche, è espressa in Pascal.

Pressione sonora di riferimento: la pressione sonora presa come riferimento per il calcolo del livello di pressione; è pari a $20 \bullet 10^{-6}$ Pascal e corrisponde alla soglia uditiva umana media alla frequenza di 1 kHz.

Valore efficace: il valore efficace della pressione sonora (p_{rms}) è il valore di pressione costante che è energeticamente equivalente a quello istantaneo p in un certo intervallo di tempo T.

$$p_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_1}^{t_2} p^2(t)\ dt}$$

dove: $T = t_2 - t_1$ è l'intervallo di tempo considerato.
$p^2(t)$ è il quadrato della pressione sonora all'istante t nell'intervallo $t_1 \div t_2$.

rms significa "ROOT MEAN SQUARE" cioè radice quadrata del valore medio dei quadrati.
Il valore efficace della pressione sonora è espresso in Pa ed assume importanza nella misura del suono in quanto il valore è direttamente legato alla quantità di energia contenuta nel segnale sonoro.

Fattore di cresta: è il rapporto fra il valore massimo ed il valore efficace di una grandezza, misurato in un certo intervallo di tempo rispetto al valore medio aritmetico.

Livello di pressione sonora: è definito dall'espressione:

$$L_p = 20 \cdot \log_{10} \frac{p_{rms}}{p_0}$$

dove: p_{rms} = valore efficace della pressione.
p_0 = pressione sonora di riferimento.
Il livello di pressione sonora L_p (anche indicato come SPL) è espresso in dB.

Livello di pressione sonora con ponderazione di frequenza: Il livello di pressione sonora può essere pesato in frequenza mediante l'applicazione di un filtro che alteri in modo predeterminato la composizione spettrale del segnale. I filtri definiti standard in acustica sono denominati A e C.

Livello di pressione sonora con ponderazione temporale: Il livello di pressione sonora può essere pesato esponenzialmente nel tempo con una determinata costante di tempo. Esso è definito dall'espressione:

$$L_{Yp} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{1}{\tau}\int_{-\infty}^{t}\frac{p^2(\xi)\cdot e^{-\frac{t-\xi}{\tau}}}{p_0^2}d\xi\right)$$

dove: τ = costante di tempo espressa in secondi.
Y = simbolo relativo alla costante di tempo utilizzata.
ξ = variabile fittizia per l'integrazione sul tempo passato fino all'istante di misura t.
$p^2(\xi)$ = il quadrato della pressione istantanea.
p^2_0 = il quadrato della pressione di riferimento.

Il livello di pressione sonora può essere ponderato nel tempo con due costanti di tempo definite standard: FAST (F) e SLOW (S) pari rispettivamente a 0.125 s ed 1 s. Per l'identificazione di componenti impulsive è stata definita come standard anche una terza ponderazione temporale chiamata IMPULSE (I) che presenta una costante di tempo per livelli crescenti pari a 35ms mentre per livelli decrescenti è pari a 1.5 s.
Il livello di pressione sonora può essere pesato sia in frequenza che in tempo. Per esempio si indicherà con L_{AFp} il livello ponderato in frequenza con filtro A e con costante di tempo FAST.

Livello di pressione sonora di picco: rappresentato con il simbolo L_{pk} è pari al valore assoluto della massima pressione sonora in un certo intervallo di tempo, espresso in decibel. Il livello di picco della pressione sonora può essere ponderato in frequenza.

Livello di pressione sonora continuo equivalente: rappresentato con il simbolo L_{eq} è definito su un determinato intervallo temporale T come:

$$L_{eq,T} = 10 \cdot \log_{10}\left(\frac{1}{T}\int_{t-T}^{t}\frac{p^2(\xi)}{p_0^2}d\xi\right)$$

dove: $T = t_2 - t_1$ è l'intervallo di tempo in esame.
ξ = variabile fittizia per l'integrazione sul tempo passato fino all'istante di misura t.
$p^2(\xi)$ = il quadrato della pressione istantanea.
p^2_0 = il quadrato della pressione di riferimento.

Il livello di pressione sonora equivalente può essere ponderato in frequenza. Per esempio si indicherà con $L_{Aeq,T}$ il livello di pressione sonora equivalente sull'intervallo T, ponderato in frequenza con filtro A.

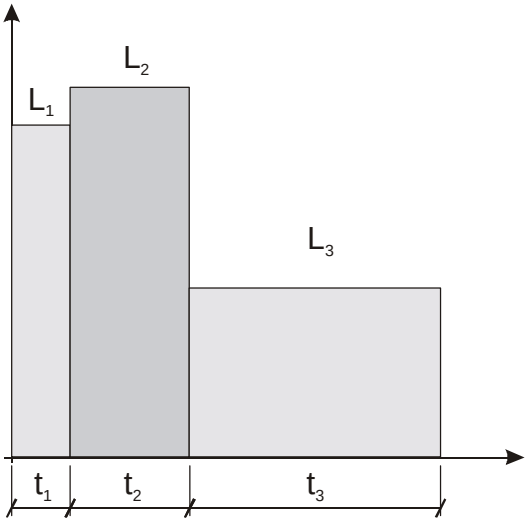
L_{eq} totale calcolato misurando L_{eq} parziali

Nel caso si desideri ottenere il L_{eq} totale avendo misurato L_{eq} parziali, si può utilizzare la formula:

$$L_{eq} = 10 \cdot \log_{10} \sum_{1}^{n} \frac{T_i}{T} \cdot 10^{\frac{L_{eq,i}}{10}}$$

Dove $T = \sum_{i}^{n} T_i$

Esempio:
Supponiamo di avere misurato:
$L_{eq,1}$ = 80dB su 1 h.
$L_{eq,2}$ = 90dB su 2 h.
$L_{eq,3}$ = 50dB su 5 h.



$$L_{eq,T} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{T_1 \cdot 10^{\frac{L_{eq,1}}{10}} + T_2 \cdot 10^{\frac{L_{eq,2}}{10}} + T_3 \cdot 10^{\frac{L_{eq,3}}{10}}}{T_1 + T_2 + T_3} \right]$$

$L_{eq,1}$, $L_{eq,2}$, $L_{eq,3}$ livelli equivalenti parziali.
T_1, T_2, T_3 tempi d'integrazione dei livelli equivalenti parziali.
$L_{eq,T}$ livello equivalente totale.

Nell'esempio T = 1 h + 2 h + 5 h = 8 h.
Ottengo:

$$L_{eq,T} = 10 \cdot \log_{10} \left[\frac{1 \cdot 10^{8} + 2 \cdot 10^{9} + 5 \cdot 10^{5}}{8} \right] = 84.2\text{dB}$$

Livello di esposizione sonora: rappresentato con il simbolo L_E (oppure SEL) è definito su un determinato intervallo temporale t1 ÷ t2 come:

$$L_{E,T} = 10 \cdot \log_{10}\left(\int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2 \cdot T} dt\right) = L_{eq,T} + 10 \cdot \log_{10} \frac{T}{T_0}$$

dove: $T = t_2 - t_1$ è l'intervallo di tempo in esame.
$p^2(t)$ = il quadrato della pressione istantanea.
p^2_0 = il quadrato della pressione di riferimento.
$L_{eq,T}$ = livello di pressione sonora continuo equivalente sull'intervallo T.
T_0 = 1 s.

Il livello di esposizione sonora L_E è espresso in decibel e può essere ponderato in frequenza. Per esempio si indicherà con L_{AE} il livello di esposizione sonora ponderato in frequenza con filtro A.

Dose
Nel campo del monitoraggio del rumore ambientale, volto alla prevenzione dal danno uditivo, si utilizza la misura della "Dose" di rumore intesa come frazione percentuale di un massimo di esposizione giornaliera al rumore:

$$D(Q) = \frac{100}{T_c} \cdot \int_0^T 10^{\frac{L-L_c}{q}} dt$$

D(Q) = percentuale di esposizione per un fattore di scambio (Exchange Rate) pari a Q.
T_c = durata di esposizione giornaliera (solitamente 8 ore).
T = durata della misura.
L = livello di pressione sonora quando è superiore al livello di soglia (Threshold Level) e -∞ altrimenti.
L_c = livello di riferimento (Criterion Level) per un'esposizione giornaliera corrispondente al 100% di dose.
Q = fattore di scambio (Exchange Rate).
q = parametro dipendente dal fattore di scambio pari a:

- 10 per Q = 3dB
- 5/log2 per Q = 5dB
- 4/log2 per Q = 4dB

SOMMARIO

FUNZIONE DEI CONNETTORI **4**

INTRODUZIONE **5**

Schema a blocchi dell'HD2010UC/A 8
Il microfono 9
Protezione microfonica per esterni HD WME 9
Il preamplificatore 10
Lo strumento 11

DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI VISUALIZZAZIONE **12**

MODALITÀ SLM (SOUND LEVEL METER) 15
Descrizione del display 15
Selezione dei parametri 16
Funzione Cancellazione (esclusione dati) 17
MODALITÀ PROFILO TEMPORALE 18
Descrizione del display 18
Uso dei cursori 19
MODALITÀ SPETTRO (PER BANDE D'OTTAVA E DI TERZO D'OTTAVA) 20
Descrizione del display 21
Uso dei cursori 22
GRAFICI STATISTICI 23
DISTRIBUZIONE DELLA PROBABILITÀ DEI LIVELLI 25
GRAFICO DEI LIVELLI PERCENTILI 26
FUNZIONE TRIGGER D'EVENTO 27

DESCRIZIONE DELLE DIVERSE MODALITÀ DI INTEGRAZIONE **29**

INTEGRAZIONE SINGOLA 30
INTEGRAZIONE MULTIPLA 31

LE FUNZIONI PRINT E MONITOR **33**

LA FUNZIONE REGISTRAZIONE **34**

REGISTRAZIONE SINGOLA MANUALE ED AUTOMATICA 34
REGISTRAZIONE CONTINUA 35
REGISTRAZIONE CONTINUA DEI GRUPPI RAPPORTO ED EVENTO 36

DESCRIZIONE DELLE FUNZIONI DEL MENU **39**

GENERALE 40
Identificazione 40
Sistema 40
Input/Output 41
Misure 41
Fonometro 42
Analizzatore di Spettro 43
ANALIZZATORE STATISTICO 43
TRIGGER 43
REGISTRAZIONE 44
Misure 44
Rapporto 44
Evento 44
CALIBRAZIONE 45
SEQUENZIATORE 45

PROGRAMMI **46**

NAVIGATORE 46
CALIBRAZIONE 49
Taratura periodica 51
Calibrazione elettrica 52
Calibrazione acustica 54

Sostituzione del microfono ... 57
Check diagnostico ... 57
MISURA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE ... 58
Strumentazione e condizioni di misura ... 58
Misura con rumore stazionario ... 60
Misura con rumore impulsivo ... 61
Procedura operativa per la misura del tempo di riverbero ... 62

AGGIORNAMENTO DEL FIRMWARE ... 73

AGGIORNAMENTO DELLE OPZIONI ... 73

SEGNALAZIONE DI BATTERIA SCARICA E SOSTITUZIONE DELLE BATTERIE ... 74

MAGAZZINAGGIO DELLO STRUMENTO ... 75

INTERFACCIA SERIALE ... 76

PROTOCOLLO DI COMUNICAZIONE ... 78
GRUPPO SET (SETUP) ... 79
GRUPPO KEY ... 82
GRUPPO STT (STATUS) ... 83
GRUPPO DMP (DUMP) ... 84
CONNESSIONE AD UN MODEM ... 86
CONNESSIONE AD UNA STAMPANTE ... 87
CONNESSIONE AD UN PC CON INTERFACCIA USB ... 88
Note per l'installazione ... 89
Verifica della corretta installazione dei driver ... 89

HD2010MC - LETTORE PER MEMORY CARD ... 91

DESCRIZIONE DELL'INTERFACCIA PER MEMORY CARD HD2010MC ... 91
PREPARAZIONE DI UNA NUOVA SCHEDA ... 91
CONNESSIONE DELL'HD2010MC AL FONOMETRO ED USO DELLA SCHEDA ... 92
PER UTILIZZARE I DATI DIRETTAMENTE DA PC ... 93
TRASFERIMENTO DEI DATI DAL FONOMETRO ALLA SCHEDA DI MEMORIA ... 93
CARATTERISTICHE TECNICHE ... 93

SPECIFICHE TECNICHE ... 94

CARATTERISTICHE METROLOGICHE ... 95
CARATTERISTICHE ELETTRICHE ... 98
ANALISI STATISTICA ... 99
ANALISI SPETTRALE ... 100
MISURA DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE (OPZIONALE) ... 100
VISUALIZZAZIONE ... 100
MEMORIZZAZIONE DELLE MISURE ... 101
PROGRAMMI ... 101
ALTRE CARATTERISTICHE ... 102

NORME DI RIFERIMENTO ... 104

NORME STANDARD EMC ... 104
LEGISLAZIONE ITALIANA ... 104

CODICI DI ORDINAZIONE ... 105

COME FARE PER … ... 109

PROCEDURA DI MISURA ... 109
MEMORIZZAZIONE DELLE MISURE ... 111
MISURA DELLA DOSE DI RUMORE ... 112
ANALISI STATISTICA ... 113
STAMPA DEI DATI ... 113

GUIDA ALLA RISOLUZIONE DEI PROBLEMI ... 114

RIPRISTINO DEL SETUP DI FABBRICA ... 114

RIPRISTINO DELLA CALIBRAZIONE DI FABBRICA 115
PROBLEMI VARI 115

DESCRIZIONE TASTIERA 116

APPENDICI 123

A1. PARAMETRI DI MISURA DELL'HD2010UC/A 123
PARAMETRI ACUSTICI VISUALIZZABILI IN FORMA GRAFICA 124
PARAMETRI ACUSTICI MEMORIZZABILI 124
A2. CAPACITÀ DELLA MEMORIA DURANTE LA FUNZIONE DI REGISTRAZIONE 126
A3. IL SUONO 127
A4. IL FONOMETRO 129
Ponderazioni di frequenza 129
Analisi spettrale 129
Costanti di tempo e pesatura esponenziale 130
I rumori impulsivi 130
Il livello equivalente 132
Analisi statistica 133
La dose di rumore 135
Il campo acustico 135
Influenza dell'ambiente 136
Precauzioni e norme generali di utilizzo 137
Classificazione dei segnali acustici 137
A5. ACUSTICA ARCHITETTONICA 140
A5.1 - Misura dell'assorbimento sonoro 142
A5.2 - Misura dell'isolamento al rumore aereo 144
A5.3 - Misura del rumore di calpestio 145
A6 - UNITÀ PER ESTERNI HD WME - MONTAGGIO, SMONTAGGIO E MANUTENZIONE 147
A7. DEFINIZIONI 154

CERTIFICATO DI CONFORMITÀ DEL COSTRUTTORE

MANUFACTURER'S CERTIFICATE OF CONFORMITY

rilasciato da
issued by

DELTA OHM SRL STRUMENTI DI MISURA

DATA 2011/09/22
DATE

Si certifica che gli strumenti sotto riportati hanno superato positivamente tutti i test di produzione e sono conformi alle specifiche, valide alla data del test, riportate nella documentazione tecnica.

We certify that below mentioned instruments have been tested and passed all production tests, confirming compliance with the manufacturer's published specification at the date of the test.

Le misure effettuate presso un Laboratorio di Taratura Accredia sono garantite da una catena di riferibilità ininterrotta, che ha origine dalla taratura dei campioni di prima linea del Laboratorio presso l'istituto metrologico nazionale.

Measurements performed in an Accredia Calibration Laboratory are guaranteed by a uninterrupted reference chain which source is the calibration of the Laboratory first line standards at the national metrological institute.

Tipo Prodotto: **Fonometro**
Product Type: *Sound level meter*

Nome Prodotto: **HD2010UC/A**
Product Name:

Responsabile Qualità
Head of Quality

DELTA OHM SRL
35030 Caselle di Selvazzano (PD) Italy
Via Marconi, 5
Tel. +39.0498977150 r.a. - Telefax +39.049635596
Cod. Fisc./P.Iva IT03363960281 - N.Mecc. PD044279
R.E.A. 306030 - ISC. Reg. Soc. 68037/1998

GARANZIA

CONDIZIONI DI GARANZIA

Tutti gli strumenti DELTA OHM sono sottoposti ad accurati collaudi, sono garantiti per 24 mesi dalla data di acquisto. DELTA OHM riparerà o sostituirà gratuitamente quelle parti che, entro il periodo di garanzia, si dimostrassero a suo giudizio non efficienti. E'esclusa la sostituzione integrale e non si riconoscono richieste di danni. La garanzia DELTA OHM copre esclusivamente la riparazione dello strumento. La garanzia decade qualora il danno sia imputabile a rotture accidentali nel trasporto, negligenza, un uso errato, per allacciamento a tensione diversa da quella prevista per l'apparecchio da parte dell'operatore. Infine è escluso dalla garanzia il prodotto riparato o manomesso da terzi non autorizzati. Lo strumento dovrà essere reso in PORTO FRANCO al vostro rivenditore. Per qualsiasi controversia è competente il foro di Padova.

Le apparecchiature elettriche ed elettroniche con apposto questo simbolo non possono essere smaltite nelle discariche pubbliche. In conformità alla Direttiva UE 2002/96/EC, gli utilizzatori europei di apparecchiature elettriche ed elettroniche hanno la possibilità di riconsegnare al Distributore o al Produttore l'apparecchiatura usata all'atto dell'acquisto di una nuova. Lo smaltimento abusivo delle apparecchiature elettriche ed elettroniche è punito con sanzione amministrativa pecuniaria.

Questo certificato deve accompagnare l'apparecchio spedito al centro assistenza.

IMPORTANTE: La garanzia è operante solo se il presente tagliando sarà compilato in tutte le sue parti.

Codice strumento ❑ **HD2010UC/A**

Numero di Serie _____

RINNOVI

Data _____	Data _____
Operatore _____	Operatore _____
Data _____	Data _____
Operatore _____	Operatore _____
Data _____	Data _____
Operatore _____	Operatore _____

CE

RoHS 2002/95/EC

CONFORMITA' CE	
Sicurezza	EN61010-1
Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'immunità	EN61000-6-2:2005
Compatibilità elettromagnetica. Norma generica sull'emissione	EN61000-6-3:2007
Immunità alle scariche elettrostatiche	EN61000-4-2 livello 3
Suscettibilità alle interferenze elettromagnetiche	EN61000-4-3 livello 3
Immunità ai transitori elettrici veloci	EN61000-4-4 livello 3
Immunità ai disturbi condotti	EN61000-4-6
Interferenze elettromagnetiche - Emissioni condotte	EN55022:2007 classe B
Interferenze elettromagnetiche - Emissioni irradiate	IEC/CISPR 22 classe B